

UNIVERSIDAD DE CUENCA



**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GESTIÓN ESTRATÉGICA DE TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN**

TESIS

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN REPOSITORIO Y
BUSCADOR DE APLICACIONES MÓVILES PEDAGÓGICAS
PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN
GESTIÓN ESTRATÉGICA DE TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN**

AUTOR: Ing. Diego Fernando Quisi Peralta Mst.
Ci: 0104616461

DIRECTOR: Ing. Víctor Hugo Saquicela Galarza PhD
Ci: 0103599577

**2017
CUENCA – ECUADOR**



Resumen

La Organización Mundial de la Salud estima que en la actualidad más de mil millones de personas viven con alguna forma de discapacidad. A pesar de esta situación, muchos países (especialmente en aquellos que están en vías de desarrollo) no cuentan con recursos que combinen aspectos tecnológicos y metodológicos adecuados para brindar soporte en el proceso educativo o de rehabilitación de estas personas. Por otra parte, con el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación hoy en día se cuenta con un gran número de aplicaciones móviles que se pueden constituir en un insumo clave para el soporte.

En este trabajo se presenta un sistema para la recopilación automática de aplicaciones móviles pedagógicas para personas con necesidades específicas basadas en técnicas de inteligencia artificial como son las ontologías, las técnicas de clustering aglomerativo jerárquico, el procesamiento de lenguaje natural y los *WebCrawlers*. La información de las aplicaciones móviles se extrae de la tienda de Google Play y App Store y con ello se busca brindar pautas educativas para las competencias de la vida.

El sistema permitió recopilar y extraer de forma automática más de 15.000 aplicaciones móviles. De este conjunto de aplicaciones se extrajo aleatoriamente una muestra que fue revisada y validada por el equipo de expertos de 25 estudiantes de la Carrera de Educación Inicial, Estimulación Temprana e Intervención Precoz de la Universidad del Azuay. Para ello se empleó una encuesta que obtuvo un valor de 0,8936218 en el Alfa de Cronbach.

Palabras claves: personas con discapacidad, ontologías, aplicaciones móviles, minería de datos.



Abstract

The World Health Organization estimates that today more than one billion people live with some form of disability. Despite this situation, many countries especially those in the developing world, do not count on the resources that incorporate adequate technological and methodological aspects to support the educational process or rehabilitation of these people. On the other hand, with the development of information and communication technologies, a large number of mobile applications are available that can provide a key input for educational support for disabled people worldwide.

In this paper, a system is presented that conducts an automatic compilation of mobile educational applications tailored to the specific needs of individual users. Which is made possible based on artificial intelligence techniques such as ontologies, hierarchical agglomerative clustering techniques, natural language processing and WebCrawlers. The information for mobile applications is extracted from Google Play and the App Store and is intended to provide educational guidance for life skills.

The system allowed to collect and extract automatically more than 15,000 mobile applications. From this set of applications to random sample was reviewed and validated by an expert team of 25 students from the "Career in Early Education, Early Stimulation and Early Intervention" at the "Universidad del Azuay". An applied survey was done to said group of students, obtaining a value of 0.8936218 relative to the Cronbach Alpha coefficient.

Keywords: people with disabilities, ontologies, mobile applications, data mining



Tabla de contenido

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN Y ÁMBITO DE LA TESIS	11
1.1 INTRODUCCIÓN.....	11
1.2 ANTECEDENTES	12
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	13
1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.5 OBJETIVOS.....	16
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.6 METODOLOGÍA	17
1.7 ALCANCE DEL PROYECTO.....	19
CAPITULO 2 PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y LAS TIC: UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE ONTOLOGÍAS Y SISTEMAS INTELIGENTES	21
2.1 DISCAPACIDAD Y LAS TIC.....	21
2.2 ONTOLOGÍAS	23
2.2.1 ONTOLOGÍAS PARA DESCRIBIR ENFERMEDADES DEL SER HUMANO.	23
2.2.2 ONTOLOGÍAS EN EL AMBITO DE LA DISCAPACIDAD.....	25
2.2.3 ONTOLOGÍAS PARA DESCRIBIR APLICACIONES INFORMATICAS Y COMPETENCIAS DE LA VIDA.	26
2.2.4 ONTOLOGÍAS PARA DESCRIBIR EL PERFIL DEL USUARIO Y METODOLOGÍAS DE INTEGRACIÓN.	27
2.3 SISTEMAS INTELIGENTES QUE UTILIZAN ONTOLOGÍAS COMO BASE DE CONOCIMIENTO.	28
CAPITULO 3 DISEÑO Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	31
3.1 DISEÑO DE LA PROPUESTA PLANTEADA.....	31
3.2 CAPA DE CONOCIMIENTO	32
3.2.1 GESTIÓN DE USUARIOS	32
3.2.2 ONTOLOGÍA	32
3.2.3 API-Wiki SEARCH.....	42
3.2.4 PLATAFORMAS DE DISTRIBUCIÓN MÓVIL.	43
3.3 CAPA INTELIGENTE.....	44
3.3.1 BÚSQUEDA Y EXTRACCIÓN.....	44
3.3.2 MINERÍA DE DATOS.....	49
3.4 CAPA DE ACCESO	53
3.4.1 MICROSERVICIOS	53
3.4.2 WIKINCLUSIÓN.....	55
3.5 ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	56
CAPITULO 4 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	59
4.1 RESULTADOS DE VALIDACIÓN.....	59
4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS	64



Universidad de Cuenca

4.3	CONCLUSIONES.....	65
4.4	TRABAJO FUTURO	67
	REFERENCIAS	68
	ANEXOS.....	73



Lista de tablas

Tabla 1: Consulta <i>SPARQL</i> para la obtención de competencias en base a una discapacidad.....	41
Tabla 2: Aplicación del PLN.....	48

Lista de figuras

Figura 1: Grado de discapacidad según el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2017).	21
Figura 2: Diseño general de la propuesta planteada.	31
Figura 3: Esquema conceptual de las propiedades de la ontología.....	36
Figura 4: Parámetros de la consulta(a) y resultados <i>JSON</i> (b) mediante <i>Api-Wiki</i>	43
Figura 5: Porcentajes basados en la cantidad de aplicaciones descargas para los métodos alternativos.....	46
Figura 6: Aplicación móvil para el acceso al sistema propuesto.....	55
Figura 7: Arquitectura propuesta para el sistema.	56
Figura 8: Consulta de servicios mediante <i>Consul</i>	57
Figura 9: Operaciones del microservicio para la publicación de aplicaciones.	58
Figura 10: Dendrograma de 37 aplicaciones móviles.	62
Figura 11: Distribución de los encuestados.	64

Lista de ecuaciones

Ecuación 1: Conjunto de clases de la ontología <i>SODIC</i>	38
Ecuación 2: Conjunto de relaciones de la ontología <i>SODIC</i>	39
Ecuación 3: Relaciones unarias de <i>SODIC</i>	39
Ecuación 4: Especificación de relación y dominios de <i>SODIC</i>	39
Ecuación 5: Especificación de las restricciones de <i>SODIC</i>	40
Ecuación 6: Axioma <i>SWRL</i> para la afección de habilidades auditivas.....	40
Ecuación 7: Fórmula para el cálculo de la frecuencia inversa.	50
Ecuación 8: Fórmula para calcular términos de frecuencia del documento.	50
Ecuación 9: Cálculo de la similitud del coseno.	51
Ecuación 10: Descriptor del clúster jerárquico.....	60
Ecuación 11: Métrica para el cálculo de la distancia entre aplicaciones móviles.	61

Lista de anexos

ANEXO 1: ENCUESTA DE VALIDACIÓN.	73
---------------------------------------	----



Universidad de Cuenca

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Diego Fernando Quisi Peralta en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "DISEÑO Y DESARROLLO DE UN REPOSITORIO Y BUSCADOR DE APLICACIONES MÓVILES PEDAGÓGICAS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 22 de noviembre del 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "D. Quisi Peralta", written over a horizontal line.

Diego Fernando Quisi Peralta

C.I: 0104616461



Universidad de Cuenca

Cláusula de Propiedad Intelectual

Diego Fernando Quisi Peralta, autor/a del trabajo de titulación "DISEÑO Y DESARROLLO DE UN REPOSITORIO Y BUSCADOR DE APLICACIONES MÓVILES PEDAGÓGICAS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 22 de noviembre del 2017

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters, positioned above a horizontal line.

Diego Fernando Quisi Peralta

C.I: 0104616461



Universidad de Cuenca

Dedicatoria

A mi madre María Luisa Peralta Rodríguez por todo el apoyo incondicional,
por haber estado a mi lado durante todo este tiempo,
por sus consejos y motivación constante para alcanzar mis metas.
A mi familia por siempre estar en las buenas y las malas y todos mis amigos
sus consejos y apoyo.



Universidad de Cuenca

Agradecimientos

Uno de los sentimientos más nobles del ser humano es la gratitud
es por ello que quiero agradecer

a Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi vida.

A mi familia y enamorada Ing. Liliana Chaglla Mst. por su gran apoyo.

A mi director de tesis el Dr. Víctor Saquicela y amigo Dr. Vladimir Robles quienes
han compartido

sus competencias y sabiduría, guía fundamental de este proyecto.

Al Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia
(GIIATa) de la Universidad Politécnica Salesiana

por la apertura y confianza brindada especialmente a los Ing. Jorge Galán, Ing.
Daniel Pulla y Ing. Daniel Calle.

A mis amigos por estar siempre a mi lado.



CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN Y ÁMBITO DE LA TESIS

1.1 INTRODUCCIÓN

Según la organización mundial de la salud (OMS), se estima que más de mil millones de personas viven con algún tipo de discapacidad, cifra que representa alrededor del 15% de la población mundial (World Health Organization, 2011). Por otro lado, con el desarrollo de las tecnologías de la comunicación y la información (TIC) se han publicado un sinnúmero de aplicaciones móviles de soporte para diferentes áreas de la sociedad, teniendo entre ellas, una importante cantidad que se ha enfocado en dar soporte a diversos tipos de necesidades y requerimientos de personas con discapacidad.

En consecuencia, con esta gran cantidad de datos es cada vez más complejo que los buscadores de aplicaciones indexen correctamente la utilidad y la pertenencia en el desarrollo de competencias de las personas con discapacidad. Es por ello que existen organizaciones que buscan ser una fuente de información para diferentes áreas del ámbito de la rehabilitación, como el caso de Wikinclusión, que constituye una base de conocimiento para facilitar la intermediación entre las TIC y las personas con discapacidad. El objetivo principal es la inclusión de las personas con discapacidad, la misma que es un filosofía de vida desde un enfoque de derecho, democracia y justicia social. Sin embargo, el mantenimiento de información de este sitio se fundamenta en un proceso manual y no tiene un soporte apropiado para aplicaciones móviles.

En virtud de ello, se pretende generar un proceso que mediante el uso de técnicas de inteligencia artificial permita sugerir un conjunto de aplicaciones pedagógicas móviles que sean de soporte en el desarrollo de las competencias de la vida para personas con discapacidad, este proceso será validado y posteriormente publicado en la página de Wikinclusión para ser accedido por toda la población.



1.2 ANTECEDENTES

La Organización Mundial de la Salud, estima que las cifras de personas con discapacidad de la población mundial aumentó aproximadamente del 10% en 1970 al 15% en el 2016 (World Health Organization, 2001). En el caso de Ecuador, el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, en el año 2017, registró un total de 418,001 personas con discapacidad, de las cuales el 12,81% corresponde a un discapacidad auditiva, el 47,07% a discapacidad motriz, 11,80% discapacidad visual, el 22,49% a discapacidad intelectual, el 1,34% discapacidad relacionada con el lenguaje y el 4,48% discapacidad psicosocial (Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, 2017).

Por otro lado, con el desarrollo de las tecnologías de la comunicación y la información se han desarrollado diferentes prototipos e investigaciones para mejorar la calidad de vida de las personas. Entre estos, las que se han enfocado a ser de ayuda para personas con discapacidad con la finalidad de que puedan tener una mejor calidad de vida y mayores oportunidades ante la sociedad. Por consiguiente, el crecimiento de contenido en la web (multimedia, aplicaciones, imágenes, etc.) de diferentes dominios es exponencial. Es por ello, que existen sistemas automatizados para la recopilación de datos llamados *WebCrawler*. Sin embargo, en la web actual se representan los documentos en lenguaje natural y con poca estructura. En virtud de ello, es difícil procesar esta información para las máquinas. Para mitigar esto, se utiliza el procesamiento de lenguaje natural con el fin de hacer posible la comprensión y el procesamiento del lenguaje humano. Por ejemplo, Pawar et al. (2016) desarrollaron una investigación que permite recopilar información de plantas medicinales para diferentes usos terapéuticos dentro de investigaciones. Con esta información a través de un algoritmos de clasificación los autores generan un grado de relevancia para una consulta determinada.

También se ha desarrollado e investigado bibliotecas que contienen información centralizada para dominios específicos. Por ejemplo, MedLinePlus es una biblioteca nacional de medicina de los EE. UU. (Plus, 2011). Otros esfuerzos han vinculado las ontologías para describir el conocimiento de los expertos en el dominio, como lo presenta BioPortal que es uno de los repositorios más completos del mundo de ontologías



biomédicas (Whetzel et al., 2011)

Existen investigaciones que buscan la vinculación de tecnologías semánticas para mejorar los procesos de búsqueda y recomendación dentro de dominios específicos. Como lo presenta Kara et al. (2017) en un sistema de recuperación de información basado en ontologías utilizando indexación semántica dentro del dominio de fútbol para encontrar la usabilidad, estabilidad y el rendimiento de los jugadores.

Dentro del contexto de este trabajo, Wikinclusión busca generar una base de datos para facilitar la intermediación entre las TIC y las personas con necesidades específicas para el apoyo educativo, discapacidad o diversidad funcional. El software puede ser gratuito o versiones de pruebas de las aplicaciones para evaluar sus prestaciones. Wikinclusión busca también difundir congresos, capacitaciones, jornadas y cursos virtuales que permitan utilizar las TIC para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad (Creática, 2017). En consecuencia, se busca generar un sistema para la recopilación automática de contenidos de intermediación entre las TIC y las personas con necesidades específicas de apoyo educativo, discapacidad o diversidad funcional para el portal web Wikinclusión empleando ontologías para mejorar los procesos de búsqueda y selección.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Con el auge del internet, se han desarrollado diferentes tecnologías de la información y comunicación que son de soporte en varios procesos en diferentes dominios, entre estos se encuentran las que están orientadas a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad. Adaptar adecuadamente estas tecnologías a los requerimientos de las personas con discapacidad, pueden brindar mecanismos que permitan lograr una mayor autonomía e independencia.

Actualmente, son varias las aplicaciones informáticas y dispositivos que son desarrollados con el propósito de dar un mejor soporte y enseñanza a las personas con discapacidad. Es importante destacar que hoy en día la adquisición de un dispositivo móvil es relativamente más accesible, esto debido a sus actuales costos y disponibilidad



en el mercado.

Además, existen bibliotecas que contienen información centralizada para dominios específicos como MedLine, en donde se encuentra documentación indexada que forma parte de un repositorio unificado y permite búsquedas mediante palabras clave. En el caso de MedLine la información es brindada por profesionales de la salud y/o científicos de los temas desarrollados como tópicos. MedLine tiene más de 975 páginas de temas de salud en inglés (muchos de ellos también están disponibles en español), información de más de 1.000 organizaciones y más de 35.000 enlaces de información de salud autorizada (MedLinePlus, 2017).

También, existen ontologías que describen el conocimiento de los expertos en el dominio de la salud, algunas de estas permiten describir enfermedades humanas integradas con el vocabulario médico internacional Disease Ontology¹ que es reusable, consistente, sustentable y mantenida por los investigadores de la Universidad de Northwestern. Asimismo, existe información de la definición de las enfermedades y relaciones en la ontología Human Phenotype Ontology².

Estas bibliotecas y tesauros tienen como objetivo ofrecer un recolector de recursos, el mismo que se enfoca en ontologías para servir de ayuda a los investigadores en el área o la población en general. Sin embargo, en la revisión del estado del arte no existen ontologías que permitan describir las discapacidades, competencias de la vida y aplicaciones pedagógicas que sean de apoyo en los procesos de intervención para personas con discapacidad.

Por otro lado, mucha de esta información es poco estructurada o semiestructurada, por lo que es complejo que los buscadores indexen correctamente y en consecuencia, las páginas y aplicaciones móviles con mayor relación a la búsqueda sean presentadas dentro de los primeros resultados. Para ello, en esta tesis con la ayuda de un *WebCrawler* se pretende realizar una mejora en la adquisición de los datos. Un *WebCrawler*, es definido como un programa o software que atraviesa la web y descarga documentos de

¹ <http://www.disease-ontology.org>

² <http://compbio.charite.de/hpoweb/showterm?id=HP:0001249>



forma metódica y automatizada. Este *WebCrawler*, se orientará a buscar aplicaciones móviles para un dominio en específico tomando como base el conocimiento de Wikinclusión. A su vez, se utilizarán las ontologías antes mencionadas que permiten describir las discapacidades que presenta un niño y enriquecer el motor de búsqueda del *WebCrawler*. Posteriormente, con el procesamiento del lenguaje natural se obtendrán los resultados que presentan una mayor relevancia con la palabra clave de búsqueda.

Finalmente, es importante destacar que las ontologías proveen un vocabulario consensuado a nivel mundial, el cual nos permite realizar procesos de interoperabilidad entre los sistemas y con su motor de inferencia mejorar los resultados de búsqueda y recomendación.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las investigaciones y estudios de algunas áreas, específicamente en discapacidad, han crecido en los últimos años. Por lo tanto, es notable el impulso que la tecnología ha brindado a esta área al ser utilizada como herramienta de soporte tanto en el diagnóstico como en la intervención terapéutica (también son conocidos como rampas digitales).

Estos medios, se constituyen fundamentalmente en programas adaptados a computadoras, dispositivos móviles y han ayudado en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Muchos de estos procesos años atrás eran realizados basados en papel y lápiz de forma limitada pero actualmente se pueden utilizar aplicaciones para este objetivo. En consecuencia, las rampas digitales permiten utilizar el software o recursos tecnológicos a todas las personas independientemente si tiene o no discapacidad. Es por ello, que existe un gran abanico de aplicaciones móviles pedagógicas pagadas o libres disponibles en la web que permiten mejorar las competencias de las personas con discapacidad. Estas competencias son los conocimientos, habilidades y destrezas que desarrolla una persona para comprender, transformar y practicar en el mundo que se desenvuelve.

Por consiguiente, nace Wikinclusión, que es una base de conocimiento de Creática Fundación FREE Iberoamericana para la cooperación, supervisada por su consejo rector,



Universidad de Cuenca

con la colaboración de la Universidad Politécnica Salesiana Ecuador, el CIAPAT Argentina entre otras, que pretende facilitar la intermediación entre las TIC y las personas con discapacidad (Creática, 2017).

La información que provee Wikinclusión es recopilada por expertos en el área de discapacidad (logopedas, terapistas de lenguaje, fonoaudiólogos, etc.) mediante un formulario. Este formulario tiene campos de ingreso como por ejemplo: el nombre del programa, resumen de sus prestaciones, *link* de acceso, sistema operativo, tipo del programa, etc. Posteriormente, se procede a enviar a un comité evaluador para su aprobación y futura publicación dentro del sitio web de Wikinclusión y a su vez este pueda ser utilizado por la comunidad. Este proceso de recolección es manual, tedioso, largo y a expectativas que existan cada vez un mayor grupo de colaboradores que busquen en el Internet y encuentren sistemas que sean de soporte para las personas con discapacidad y así alimenten el sitio de Wikinclusión.

En virtud de todo lo expuesto, se busca generar un sistema autónomo que permita buscar dentro del internet posibles aplicaciones pedagógicas móviles que ayuden a desarrollar las competencias de las personas con discapacidad. Por lo tanto, este sistema genera una lista de posibles aplicaciones que sean de soporte vinculadas a las terminologías estándar. Es importante destacar que el proceso de validación y publicación queda en consideración de los expertos en el área aprobando o desaprobando el conjunto de aplicaciones recomendadas.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y desarrollar un repositorio y buscador de aplicaciones móviles pedagógicas para personas con discapacidad.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisión del estado del arte de ontologías para la discapacidad.



Universidad de Cuenca

- Usar ontologías para obtener resultados basados en consultas inteligentes.
- Desarrollar un *WebCrawler* para la adquisición de datos e información de aplicaciones móviles enfocadas al ámbito de las aplicaciones pedagógicas para personas con necesidades específicas de apoyo educativo.
- Analizar mediante técnicas de procesamiento del lenguaje natural la información obtenida y generar un ranking de páginas con mayor relevancia.
- Generar un listado de posibles aplicaciones que sean de soporte a los procesos de discapacidad previamente a la publicación en la página de Wikinclusión.
- Diseñar y ejecutar un plan de validaciones del sistema desarrollado.
- Diseñar y desarrollar un módulo de validación y publicación en el sitio de Wikinclusión.

1.6 METODOLOGÍA

El tipo de metodología de investigación utilizada corresponde al marco de la ciencia del diseño, ya que su propósito es el diseño de un nuevo enfoque de validación basado en pruebas. Es por ello, se utilizará el ciclo de ingeniería propuesta por Weringa (Granda, 2013) :

Problema de la investigación: A través de una búsqueda bibliográfica se conoció la problemática actual de las personas con discapacidad en cuanto al proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de las TIC con el fin de determinar cómo se



pueden mejorar estos procesos y hacer más efectiva la transmisión de los conocimientos.

Diseño de la solución: En base a los objetivos planteados en este trabajo, podemos mencionar que el tipo de diseño que se llevará a cabo es descriptivo. Para ello, se empleó el método descriptivo en base a una encuesta estructurada, con preguntas que permiten validar la aplicabilidad y el funcionamiento del repositorio. Por otra parte, para el desarrollo de este proyecto se implementó una metodología en espiral en donde cada ciclo del desarrollo se divide en cuatro fases:

1. Definición de Objetivos: Se definen los objetivos, las restricciones del proceso y se identifican los riesgos.
2. Evaluación y reducción de riesgos: Se realiza un análisis detallado de cada riesgo identificado y se elaboran estrategias alternativas.
3. Desarrollo y Validación: Se toma en cuenta el modelo que se utilizará y se realiza una serie de pruebas para validar el funcionamiento del sistema.
4. Planificación: Se determina si se continúa con otro ciclo y se planea la siguiente etapa de proyecto.

Validación del diseño: Se realizó un análisis estadístico descriptivo con la finalidad de determinar las principales características demográficas de los encuestados y su percepción sobre la utilidad de las aplicaciones móviles para la enseñanza-aprendizaje de las competencias de la vida. Para ello, las aplicaciones móviles fueron seleccionadas aleatoriamente para la validación dentro de la encuesta, presentando el grado de soporte para una competencia en específico. Estas aplicaciones se sometieron a una validación mediante el instrumento de análisis estadístico “Alfa de Cronbach” que serán respuestas por estudiantes de la Carrera de Educación Inicial, Estimulación Temprana e Intervención Precoz de la Universidad del Azuay.

Implementación: La información o descripción de las aplicaciones móviles fueron recopiladas automáticamente por medio de *WebCrawlers* y mediante técnicas de inteligencia artificial para permitir generar un grado de pertinencia para una competencia



específica, delimitando las aplicaciones que no pasen un umbral. Por otra parte, se realizó un análisis de las aplicaciones según el tema de búsqueda y mediante técnicas de agrupación se generaron grupos de aplicaciones similares de soporte dentro de una misma competencia. Finalmente, todo esto se implementó utilizando una arquitectura basada en microservicios.

1.7 ALCANCE DEL PROYECTO

La recopilación de información tiene como objetivo ofrecer un buscador de recursos dentro de un dominio. El mismo que se enfoca en ontologías que permitan mejorar los procesos de búsqueda y análisis de la información. En este sentido, se ha considerado que la recolección de información de aplicaciones móviles es una parte importante para que los fonoaudiólogos o personas relacionadas con la logopedia puedan tener sistemas de soporte o ayuda.

En base a las consideraciones anteriores, se propone un sistema informático para la recopilación automática de aplicaciones móviles pedagógicas para personas con necesidades específicas de apoyo educativo, discapacidad o diversidad funcional que consta de los siguientes módulos:

- **Ontologías:** A partir de una revisión del estado del arte se seleccionará las ontologías que contribuyan a la extracción del conocimiento para las diferentes discapacidades, las competencias que estas deben desarrollar y a partir de ello generar mediante consultas SPARQL³ la base de las palabras claves para el motor de búsqueda.
- **WebCrawler:** Este módulo empezará a enviar las palabras claves generadas a través de consultas SPARQL de la ontología a las plataformas de distribución móvil. Dentro del cual abordará con la extracción del contenido y almacenarlo dentro de una estructura, esta estructura contendrá el nombre de la aplicación, la descripción de la aplicación, la dirección de enlace, etc. a fin de generar un conjunto de aplicaciones que tengan relación al

³ Lenguaje estandarizado para la consulta de grafos RDF.



conocimiento descrito por expertos en la ontología.

- Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN): Se analizará cada registro del conjunto de aplicaciones, con el objetivo de extraer la sintaxis, semántica y la pragmática de los párrafos. Para ello, se accede a cada registro generado por el *WebCrawler* y se analiza el contenido de la página. Con este proceso se busca generar un grado de relación con la búsqueda, si el grado de relación sobrepasa un umbral mínimo de importancia con respecto al tema de búsqueda será evaluada por los expertos en área.
- Aplicación cliente: Este módulo consta de dos partes principales: la primera parte consta de un cliente móvil para consultar en el repositorio enviando el tema específico; la segunda que mediante autenticación los expertos en el área de discapacidad, podrán calificar y cuantificar las probabilidades generadas por la plataforma previa a la publicación de la aplicación en la página de Wikinclusión.
- Wikinclusión: Las aplicaciones recomendadas serán evaluadas por logopedas o expertos en el dominio de discapacidad mediante la aplicación móvil. Para ello, se genera una tabla con las características importantes de cada aplicación y mediante una aprobación/desaprobación validar los resultados del sistema experto. Seguidamente, si se aprueba se agregará en la base de datos del sitio web para que puedan ser accedido por toda la comunidad.

Por otro lado, entre las limitaciones se tiene que las aplicaciones móviles deben estar desarrolladas en español. Además, solo se incluyen los resultados obtenidos por los principales motores de búsqueda móvil. Es decir, se incluyen resultados obtenidos por la tienda de aplicación Google Play Store y App Store.

Finalmente, se utilizará técnicas de clustering para la generación de un conjunto de aplicaciones móviles que tengan características comunes con el fin de obtener aplicaciones de soporte similares dentro de un dominio específico de la discapacidad.



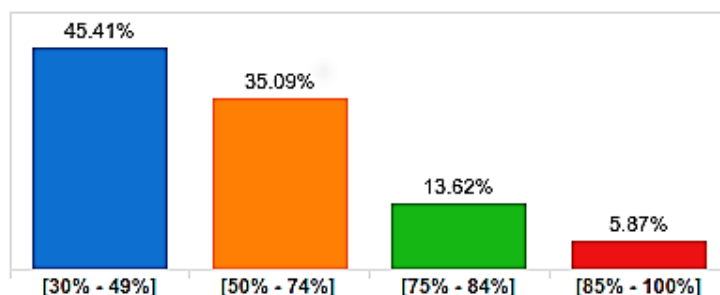
CAPITULO 2

PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y LAS TIC: UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE ONTOLOGÍAS Y SISTEMAS INTELIGENTES

2.1 DISCAPACIDAD Y LAS TIC

La discapacidad es un término general que incluye las deficiencias, limitaciones de las actividades y las restricciones de la participación de una persona. Por consiguiente, la discapacidad es un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive (World Health Organization, 2011).

Según la Organización Mundial de la Salud, entre 785 millones (15,6%) y 975 millones (19,4%) de personas de 15 años o más viven con alguna discapacidad. Además, la discapacidad infantil de 0 a 14 años se estima en 95 millones (5,1%). En este sentido, en Ecuador el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2017), registró un total de 418.001 personas con discapacidad, valor que representa aproximadamente un 2,61% de la población. En la Figura 1 se presenta el grado de discapacidad que tienen las personas en el Ecuador, donde el 45% de las mismas se ubica entre el grado que va de 30% al 49%. En consecuencia, la gran mayoría de estas personas podrán utilizar las TIC para mejorar sus habilidades o que puedan ser una rampa digital.



**Figura 1: Grado de discapacidad según el Consejo Nacional para la
Igualdad de Discapacidades (2017).**



Universidad de Cuenca

De estas personas, especialmente los niños, necesitan de herramientas que sean de soporte en los procesos de enseñanza-aprendizaje o métodos alternativos para el uso de herramientas tecnológicas. El objetivo es que las personas puedan reforzar las habilidades adquiridas en las terapias con herramientas informáticas y algunas de estas sean utilizadas como rampas digitales.

Por otra parte, el mercado de aplicaciones móviles crece aceleradamente, la democratización de la información a través de Internet y las nuevas herramientas asociadas, es uno de los grandes avances realizados por el ser humano en los últimos tiempos (Shibata, Hattori, & Matsumoto, 2017). En este contexto, los avances en materia de las TIC aplicadas a personas con discapacidad, están comenzando a modificar las metodologías tradicionales de actuación de los profesionales de la educación especial y lo seguirán realizando mayormente en el futuro (Weiner, Yeh, & Blumenthal, 2013)

Entre algunas contribuciones para los procesos educativos se tiene los sistemas multimedia que ayudan a mejorar considerablemente los resultados de las terapias, en comparación con las sesiones tradicionales (Fernández M. & Antonio M., 2013). También, existen herramientas de soporte al diagnóstico de problemas de lenguaje a través de sistemas expertos (Villavicencio, Aranda, Lara, de la Roca & Zambrano, 2014).

En ese mismo sentido, algunas se han enfocado como herramientas de ayuda de personas con discapacidad, por ejemplo, para la discapacidad motora relacionada con trastornos del habla se emplean dispositivos generadores de voz y plataformas con normas ISO sobre ergonomía para la accesibilidad (Cieza, Yamao & León, 2014). En este contexto, se ha desarrollado un sistema que emplea técnicas de minería de datos y clasificación para diseñar nuevos planes de trabajo para niños con diversos desórdenes de la comunicación (Robles-Bykbaev, López-Nores, Pazos-Arias & Arévalo-Lucero, 2014). Además, Robles-Bykbaev, López-Nores, Pazos-Arias y Arévalo-Lucero (2015), han implementado un algoritmo de Partición Alrededor de Medoides (PAM), tomando en cuenta el diagnóstico, condiciones médicas y las habilidades de comunicación afectadas para la generación de planes de terapia, entre otras.

Se observa que los sistemas informáticos permiten generar una importante mejora



en las posibilidades de realización de una gran variedad de actividades de diagnóstico o intervención y en muchos casos, permite mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad. En consecuencia, el problema se presenta al tener un gran abanico de contribuciones para los distintos tipos de discapacidad. Motivo por el cual los procesos de búsqueda y selección de una aplicación implica mucho esfuerzo y por ende tiempo. Además, es aún más complejo para las personas con discapacidad realizar procesos de búsquedas avanzadas. Es así, que con este trabajo se busca mejorar los procesos de clasificación de aplicaciones con relación a las discapacidades, perfil del paciente, las competencias de la vida y habilidades que se deben trabajar, en base a un modelo creado a partir de ontologías que posibilita describir el conocimiento de los expertos en el área. Por lo tanto, en esta investigación se ha realizado un estudio del estado del arte en cuanto a ontologías que permitan describir los procesos y el conocimiento de los expertos logopedas.

2.2 ONTOLOGÍAS

Las ontologías representan el mecanismo estándar para enriquecer los datos con significado adicional independientemente del área de interés. Los investigadores del área de inteligencia artificial han tomado prestado el término "ontología" de la filosofía y lo han formalizado. De acuerdo con Gruber (1993) la describe como “una especificación explícita y formal sobre una conceptualización compartida, en donde propiedades, relaciones y funciones categorizan objetos de conocimiento y especifican acciones dentro de un dominio específico”.

2.2.1 ONTOLOGÍAS PARA DESCRIBIR ENFERMEDADES DEL SER HUMANO.

La definición del dominio de enfermedades dentro del contexto de una ontología crea una espina dorsal de conocimiento para la anotación de datos biomédicos a través de conceptos definidos y conectados por relaciones específicas (Hoehndorf, Dumontier, & Gkoutos, 2012). En virtud de ello, se desarrolló una ontología para describir las



enfermedades (*Disease Ontology*⁴), en este mismo sentido, también se ha modelado la representación de enfermedades comunes y raras capturadas a través de recursos biomédicos (Schriml, et al., 2011). Es por ello, que Kibbe et al. (2015) actualiza la ontología para expandir la utilidad de examinación y la comparación de variaciones genéticas, proteínas, fenotipos, proteínas y fármacos. En este contexto, la ontología ayuda a formalizar la enorme cantidad de información que debe analizarse mientras se realiza un diagnóstico médico. Existen ontologías que modelan el fenotipo humano, este proporciona un conjunto estructurado de 10.088 clases y 13.326 relaciones para describir las anomalías humanas (Köhler et al., 2013). En base a esto, Köhler et al. (2013) proponen vincular la biología molecular y las enfermedades a través de los datos del fenotipo.

Actualmente, el principal repositorio en la web de ontologías biomédicas es BioPortal⁵, que contiene una ontología de enfermedades generalizadas del humano. Esta ontología de enfermedades humanas se ha diseñado para vincular conjuntos de datos a través de los conceptos de la enfermedad (Whetzel et al., 2011).

Por otro lado, Agarwal, Verma, & Mallik (2016) presenta un sistema de diagnóstico de enfermedades basado en ontologías con inferencia probabilística, este crea un gráfico de conocimiento de la información extraída desde diferentes fuentes para que sea comprensible a la máquina y a través de redes bayesianas poder inferir las enfermedades más probables teniendo en cuenta los síntomas del paciente, la edad, el género, estilo de vida y la historia clínica personal y parental. En este contexto, se ha extrapolado para generar una base de datos del genoma del ratón (*Mouse Genome Database*⁶) mediante ontologías, permitiendo utilizar el genoma del ratón como modelo para la biología humana y de las enfermedades, a fin de facilitar el uso del genoma del ratón como un modelo para investigaciones o estudios (Eppig et al., 2014).

Abey Siriwardana & Kodituwakku (2012), presentan una extracción de información inteligente basada en ontologías para enfermedades. Su marco basado en ontologías es

⁴ <http://www.human-phenotype-ontology.org/>

⁵ <http://bioportal.bioontology.org/>

⁶ <http://www.informatics.jax.org/>



teórico y permite evaluar los efectos de los fármacos sobre los síntomas de la enfermedad. Además, permite integrar la información sobre las enfermedades de varias partes del mundo para generar información útil. Por ejemplo, para observar si un virus causante de una enfermedad muta en áreas geográficas.

Finalmente, Rahimi, Liaw, Taggart, Ray, & Yu (2014) exponen una validación del algoritmo basado en ontologías para identificar pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en registros de salud electrónicos. Ellos desarrollaron una ontología para la diabetes mellitus que permita diagnosticar y administrar pacientes con diabetes.

2.2.2 ONTOLOGÍAS EN EL AMBITO DE LA DISCAPACIDAD

Ontologías específicas de la enfermedad pueden facilitar el intercambio de conocimientos entre múltiples disciplinas, y a su vez, enfoques de minería de datos impulsados por las ontologías pueden generar un gran valor en el modelado de los mecanismos de una enfermedad (Malhotra et al., 2014). En este contexto Malhotra et al. (2014) presenta una ontología para el Alzheimer que fue enriquecida con sinónimos y referencias, su enfoque se basó en cuatro puntos principales de vista biológicos: mecanismos preclínicos, clínicos, etiológicos y moleculares/celulares.

Por su parte, Galán-Mena, Ávila, Pauta-Pintado, Lima-Juma, Robles-Bykbaev, & Quisi-Peralta (2016) propone un sistema experto basado en ontologías para la generación de planes de terapia para niños con discapacidad y trastornos de la comunicación, además implementan un ambiente web semántico para proporcionar servicios de consulta, generación de informes, inferencia en la estrategias de intervención, etc. En este contexto, Robles-Bykbaev et al. (2016) propone una ontología denominada Onto-SPELTRA para la administración del conocimiento de la comunicación y lenguaje integrando: planes de terapia, perfil del niño y los trastornos de la comunicación y lenguaje.

De igual manera, algunas investigaciones se han enfocado en proveer mecanismos de adaptar la tecnología para satisfacer las necesidades educativas y especiales de los estudiantes con discapacidad como lo presenta Nganji & Brayshaw (2014) en el sistema



denominado ONTODAPS que incluye una metodología para el diseño de sistemas. Por este sendero, Elias, Lohmann, & Auer (2016) propone el uso de ontologías para representar las necesidades de accesibilidad y las preferencias de los estudiantes con el fin de estructurar el conocimiento y acceder a la información para las recomendaciones y adaptaciones en los sistemas OpenCourseWare, este utiliza la ontología ADOLENA desarrollado por Keet, Alberts, Gerber, & Chimamiwa (2008).

No obstante, existen sitios web para mejorar la accesibilidad de los sistemas informáticos basados en ontologías, como es el caso de ACCESSIBLE⁷. La idea es mejorar la accesibilidad, aumentar el uso de estándares y desarrollar un entorno de simulación que permita evaluar eficientemente, fácilmente y rápidamente la accesibilidad y viabilidad de las aplicaciones de software mediante ontologías para todos los grupos de usuarios incluyendo los grupos de atención prioritaria.

Sin embargo, para representar el conocimiento y el uso de vocabularios estandarizados Ruiz et al. (2016) diseñaron una ontología para la detección temprana de desórdenes en el desarrollo, y se centran únicamente en desórdenes muy puntuales del lenguaje.

2.2.3 ONTOLOGÍAS PARA DESCRIBIR APLICACIONES INFORMATICAS Y COMPETENCIAS DE LA VIDA.

La descripción del software es importante en áreas de la preservación digital, integración de servicios, minería de datos, descubrimiento de servicios para los usuarios y en la descripción de la procedencia de la aplicación para diferentes áreas de la informática, social y psicológica (Copeland, Brown, Parkinson, Stevens, & Malone, 2012).

Por lo tanto, el software desempeña un papel importante en la producción, gestión y análisis de datos a través de las ciencias (Malone, Badarinarayan, Ison, Stevens, & Parkinson, 2010). Es por ello que el proyecto SWOP⁸ pretende generar una ontología que permita describir el software desarrollado por la comunidad, en consecuencia generan la

⁷ <http://www.accessible-eu.org/index.php/ontology.html>

⁸ The Software Ontology Project



ontología SWO⁹ que describe las herramientas de software, tipo de aplicativo, tareas, versiones, procedencias y datos asociados.

Es importante mencionar, que SWO fue implementado en dos proyectos: a) como recurso para la reproducibilidad en el análisis de datos biomédicos, la conservación y la preservación digital (Malone et al., 2014) y b) en un caso de estudio para la aplicación de métodos de ingeniería ontológica ágil en aplicativos comunitarios (Copeland, Brown, Parkinson, Stevens, & Malone, 2012). En este contexto, para la descripción de proyectos se tiene DOAP¹⁰, que detalla el ciclo de vida del software. Por ejemplo, página de inicio, desarrolladores, lenguajes de programación, etc., en lugar de solo el software en sí, por último, estas dos ontologías son fácilmente integrables.

Por otro lado, la OMS, publicó un *framework* para la clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud (ICF¹¹) para facilitar la educación interprofesional y la práctica colaborativa (World Health Organization, 2011). El objetivo es proporcionar un lenguaje unificado y estándar para describir el funcionamiento humano y la discapacidad como un componente importante de la salud (Threats, 2006).

2.2.4 ONTOLOGÍAS PARA DESCRIBIR EL PERFIL DEL USUARIO Y METODOLOGÍAS DE INTEGRACIÓN.

Para la descripción del perfil de una persona con un vocablo común se tiene a FOAF¹², que permite describir los atributos de las personas, actividades y sus relaciones con otras personas y objetos. Por ejemplo, Al-Mukhtar & Al-Assafy (2014) la utilizo para describir los individuos de una red social académica, donde, los investigadores pueden encontrar colaboradores y compartir sus resultados de investigación con otros investigadores. Dentro de este contexto, Hamdi, Bouzeghoub, Gancarski, & Yahia (2013) utiliza FOAF para describir la vinculación de la confianza en las redes sociales mediante una red semántica, el objetivo es almacenar la confianza entre las personas a través de

⁹ Software Ontology: <http://theswo.sourceforge.net/>

¹⁰ Description of a Project: <https://github.com/ewilderj/doap/wiki>

¹¹ International Classification of Functioning, Disability and Health: <http://apps.who.int/classifications/icfbrowser/>

¹² Friend Of A Friend: <http://xmlns.com/foaf/spec/>



ontologías.

En el contexto de este trabajo, VCARD permite describir personas y organizaciones (Iannella & McKinney, 2014). Ma et al. (2015) utiliza la ontología VCARD en la generación de un portal para la observación de carbono, en donde, aprovecha las tecnologías semánticas para apoyar estudios interdisciplinarios. Por otro lado, aplicaron la web semántica para representar la trayectoria académica y profesional de un individuo. Los datos son ingresados por los propios usuarios y estos son objeto de investigaciones y relaciones a cómo se dirigen los recursos educativos en Brasil (Teixeira, Araujo, Baptista, Araujo & Pisa, 2016).

Por otra parte, existen diferentes metodologías para la integración de ontologías de diferentes dominios. Por ejemplo, Pinto, Gómez-Pérez, & Martins (2016) describe todos los problemas que se pueden presentar al momento de integrar ontologías, este identifica tres significados de integración (ensamblando, extendiendo, especializando o adaptando) y presenta algunos trabajos relevantes realizados en la integración. Finalmente, discute los diferentes significados de integración, identifica las principales características de los tres procesos y proponen tres palabras para distinguir estos significados: integración, fusión y uso.

Por su parte Maiz, Fahad, Boussaid, & Bentayeb (2010) propone una fusión automática de ontologías mediante agrupación jerárquica y algoritmos de inferencia para generar una ontología global mediante cuatro pasos. Primero, construye clases de entidades equivalentes de diferentes categorías aplicando un algoritmo de agrupamiento jerárquico. En segundo lugar, hace inferencia en las clases detectadas para encontrar nuevos axiomas, y resuelve los conflictos de sinonimia y homonimia. Tercero, fusiona diferentes conjuntos y utiliza clases de sinónimos y conjuntos de pares de conceptos para resolver conflictos semánticos en el conjunto global y finalmente, transforma este conjunto en una nueva jerarquía, que representa la ontología global.

2.3 SISTEMAS INTELIGENTES QUE UTILIZAN ONTOLOGÍAS COMO BASE DE CONOCIMIENTO.

Los sistemas inteligentes permiten proporcionar información filtrada de una gran



cantidad de elementos (productos, servicios o usuarios). En consecuencia, estos pueden utilizar diferentes técnicas y algoritmos dependiendo del dominio en donde van a ser aplicados (Lu, Wu, Mao, Wang, & Zhang, 2015). Es por ello, que algunos sistemas inteligentes se basan en tecnologías semánticas para el motor de inferencia. Como por ejemplo, RecomMetz, que es un sistema de recomendación móvil basado en ontologías para las horarios de películas. Este utiliza una ontología y a través de métricas de similitud semántica del concepto de “paquetes de recursos” genera películas como actividades programadas. Este se basa en un modelo con tres componentes: la ubicación, el tiempo y la información de la aglomeración (Colombo-Mendoza, Valencia-García, Rodríguez-González, Alor-Hernández, & Samper-Zapater, 2015).

Los sistemas inteligentes utilizan ontologías porque son descripciones formales y explícitas de conceptualizaciones, y pueden ser explotadas de varias maneras (Middleton, De Roure, & Shadbolt, 2009). En virtud de ello, los sistemas inteligentes aprovechan las ontologías para modelar las características de los usuarios además de las características de los elementos en el dominio que se están aplicando. Moreno, Valls, Isern, Marin, & Borrás (2013) modela el perfil de usuario mediante ontologías de dominio.

Por otra parte, Morente-Molinera, Wikström, Herrera-Viedma, & Carlsson (2016) propone un sistema móvil lingüístico de apoyo a la decisión basado en ontologías y lógica difusa, este ofrece a los usuarios la posibilidad de obtener un soporte en la toma de decisiones, que mediante sus dispositivos móviles, independientemente del contexto y ubicación elegir un vino adecuado para diferentes tipos de cenas.

Avila-Vazquez et al. (2014) presenta un sistema recomendador basado en el geo posicionamiento para la localización de servicios de la salud dentro de un rango de distancia, el enfoque propuesto incluye varias tecnologías de integración como: servicios de localización, dispositivos móviles, redes sociales, ontologías y estadísticas históricas sobre el tráfico vehicular.

Finalmente, en el dominio de la educación pedagógica, se modela a través de ontologías los perfiles de usuario y los objetos de aprendizaje para realizar una búsqueda de objetos de aprendizaje en la Web. En donde, la comparación no solo se basa en los



Universidad de Cuenca

perfiles de los alumnos y los atributos de descripción de los objetos de aprendizaje, sino también en la importancia de estos atributos para el alumno. El *framework* propone una comparación para evaluar “puntos en coincidencia” entre los alumnos y los objetos de aprendizaje sobre una base de reglas de comparación (Biletskiy, Baghi, Keleberda, & Fleming, 2009).



CAPITULO 3

DISEÑO Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 DISEÑO DE LA PROPUESTA PLANTEADA

El diseño se basa en una estructura compuesta por varios módulos agrupados en tres capas, esta configuración permite agregar fácilmente nuevos módulos si es necesario y/o proporcionar nuevas funcionalidades para los niños, terapistas o familiares. En la Figura 2 se puede apreciar la propuesta y las capas por las que está formado el sistema.

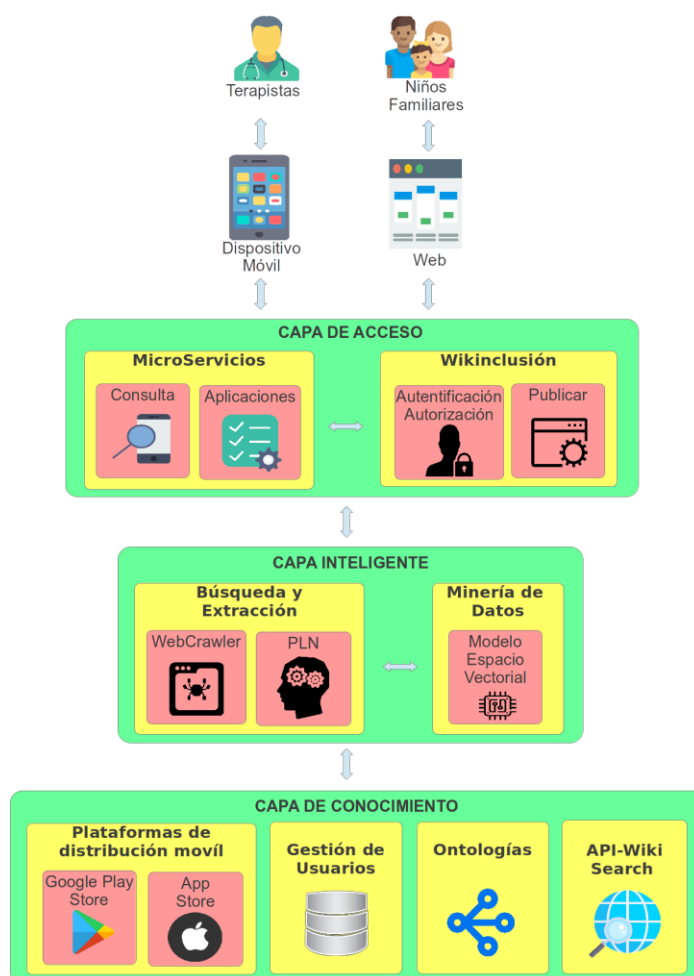


Figura 2: Diseño general de la propuesta planteada.



3.2 CAPA DE CONOCIMIENTO

Esta capa almacena toda la información necesaria para la gestión de usuarios, ontologías, acceso a la base de conocimiento de Wikinclusión y las plataformas de distribución móvil. A continuación se describen los módulos principales.

3.2.1 GESTIÓN DE USUARIOS

Con el fin de publicar las aplicaciones móviles revisadas por expertos en el dominio de la discapacidad dentro de la página de Wikinclusión, se debe proveer mecanismos de gestión de usuarios para la autenticación y autorización del acceso al sistema. En consecuencia, se tiene un sistema de gestión de usuarios para agregar, eliminar y modificar profesionales en las áreas de terapia, logopedia, educación temprana, estimulación temprana o afines.

Para lograr esto, se utilizó un sistema de gestión de base de datos que permita el acceso eficiente a los registros de los usuarios, se optó por instalar PostgreSQL para la recolección y explotación de datos por parte de aplicación cliente.

3.2.2 ONTOLOGÍA

Las ontologías se encuentran en un repositorio de almacenamiento de tripletas *OWL/RDF*¹³ en donde se guardan los conceptos y relaciones entre el perfil del paciente, la descripción del software, las discapacidades, competencias de la vida y habilidades. En consecuencia, se busca generar una taxonomía que permita modelar el conocimiento de los expertos logopedas y generar una base de conocimiento para el soporte en la búsqueda y publicación de aplicaciones móviles. En este contexto, es importante mencionar que la discapacidad no afecta de la misma manera a todas las personas, ya que esto depende del diagnóstico médico, la condición de vida y el medio en el que se desarrolla.

Para ilustrar esta situación se cita el siguiente ejemplo: un niño con discapacidad

¹³ Web Ontology Language



Universidad de Cuenca

motriz con diagnóstico de parálisis cerebral leve puede realizar tareas de manera independiente, mientras que un niño con parálisis profunda necesita apoyo total para realizar sus tareas. En virtud de ello, según el grado de discapacidad se les puede clasificar de la siguiente manera:

Discapacidad intelectual, motriz, auditiva

- Leve: Tienen total autonomía.
- Moderada: Tiene autonomía o necesita alguna ayuda asistente.
- Profunda o grave: No hay prácticamente autonomía.

Discapacidad Visual:

- Ceguera.
- Baja visión.

Por otro lado, para la construcción de la ontología se ha seguido las pautas y metodologías contenidas en Noy & McGuinness (2001) que describe los siguientes pasos:

1. Determinar el dominio y alcance de la ontología.

La determinación del dominio y el alcance de la ontología se realiza respondiendo las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el dominio que la ontología cubrirá?

Aplicaciones móviles pedagógicas para personas con discapacidad.

- ¿Para qué usaremos la ontología?

Se utilizará para clasificar las aplicaciones móviles pedagógicas de soporte en las habilidades y/o competencias de la vida para personas con discapacidad.

Los conceptos que se emplearán son: aplicaciones móviles, habilidades,



competencias de la vida, discapacidades, software y el perfil. Por otro lado, en la ontología no se incluirá datos del paciente, diagnósticos médicos, logopedas o terapeutas y evaluaciones. Aunque estos conceptos están de alguna manera relacionadas con las discapacidades y el perfil del paciente.

- ¿Para qué tipos de preguntas la información en la ontología deberá proveer respuestas?

La ontología debe permitir inferir conocimiento sobre que aplicación móviles pueden ser de soporte en los procesos de enseñanza-aprendizaje y/o rampas digital a las personas con discapacidad, en base a las competencias que se desean desarrollarse para mejorar la calidad de vida de estas personas.

- ¿Quién usará y mantendrá la ontología?

La ontología será la base de conocimiento para la clasificación de aplicaciones móviles. Esta será mantenida por el grupo de investigación GII-ATa¹⁴ de la Universidad Politécnica Salesiana.

Con respecto al alcance de la ontología, esta debe responder a las siguientes preguntas en el área de aplicaciones móviles:

- ¿Cuáles son las características se pueden extraer y almacenar de las aplicaciones móviles?
- ¿Cuáles son los principales tipos de discapacidad de las personas?
- ¿Qué competencias están relacionadas y con qué tipos de discapacidad?
- ¿Cómo están relacionadas las aplicaciones móviles con las discapacidades?
- ¿Qué jerarquía presentan las competencias de la vida?

¹⁴ Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia: <http://giata.blog.ups.edu.ec/>



Universidad de Cuenca

- ¿Qué habilidades son afectadas dependiendo del tipo de discapacidad?
- ¿Cuáles son las aplicaciones pedagógicas de soporte para una competencia específica?

2. Reutilización de ontologías.

En el capítulo 2 se revisó que no existe una ontología que permita describir conjuntamente las discapacidades, habilidades afectadas, competencias de la vida, perfil del niño y el software. Sin embargo, existen ontologías específicas en los dominios de discapacidad, habilidades, perfiles y software.

En virtud de ello, dentro del proceso del diseño de la ontología se integraron varias ontologías base como:

- FOAF para el modelamiento de personas y organizaciones.
- SWO para modelar las características que posee el software y el tipo de licencia que posee.
- ADOLENA para describir las habilidades y discapacidades de una persona puede tener.
- RO (Smith et al., 2005) y BFO (Grenon, Smith, & Goldberg, 2004) como marco de referencia para la integración de las clases y relaciones dentro de la ontología.
- El alcance y el enfoque de la ontología redefinen la granularidad de los conceptos que se buscan reutilizar. Por lo tanto, la limitación existente entre lo que es un concepto y lo que es una instancia del mismo hace que se requiera emplear diferentes niveles de jerarquía dentro de las ontologías a reutilizar. Es el caso de SWO donde el concepto de software tenía una granularidad más profunda y no genérica para sus instancias. Es por ello, que se descartó las subclases y solo se utilizó conceptos como la licencia, nombre, versión, sistema operativo, etc. sin cambiar las relaciones.

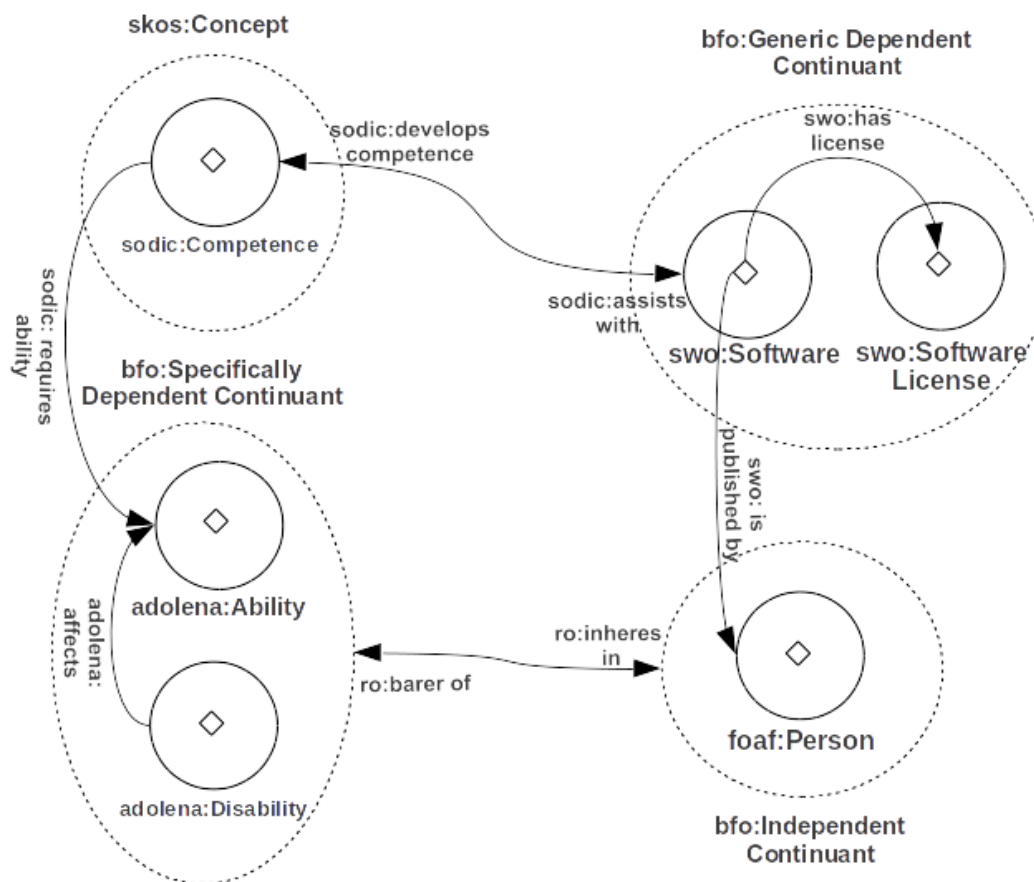


Figura 3: Esquema conceptual de las propiedades de la ontología.

En consecuencia, la ontología propuesta se compone de 4 conceptos principales que se visualizan en la Figura 3 y se la denominó SODIC (**S**oftware, **D**iscapacidad y **C**ompetencias). Sus principales componentes se definen como:

- *Competence*: Define el concepto general de aptitudes que una persona tiene dentro de un área determinada, estas pueden clasificarse por competencias que deberían alcanzarse según la edad de desarrollo y competencias generales que permita desarrollar alguna habilidad en general. Por ejemplo, entre las competencias generales se tienen: Autonomía, Sensomotricidad y Habilidades Sociales, Comunicación y Lenguaje, Matemáticas, Medio Natural y Social, etc.
- *Ability*: Define el concepto de una capacidad para realizar una actividad desde el



punto de vista de una predisposición funcional inherente de una persona. Sin embargo, estas habilidades no pueden ser migradas de una persona portadora a otra si no que son desarrolladas personalmente. En otras palabras, el nivel de granularidad que se toma en cuenta para cada instancia se logra al especificar el grado o nivel de severidad de la discapacidad. Por lo tanto, es una cualidad única de la instancia de cada persona.

- *Disability*: Representa la condición de una persona que presenta discapacidad. El grado de granularidad que se toma para este concepto, es que una instancia puede tener asociada una o varias instancias de la enfermedad que produjo la discapacidad por cada persona que es la portadora, todo esto debido a que cada persona con discapacidad tiene asociado diferentes diagnósticos médicos.
- *Software*: Describe las clases, atributos y características del software. Para este caso en particular, se optó por seleccionar algunas características que permitan definir las aplicaciones móviles. Por ejemplo, el título de la aplicación, la descripción, el tipo de licencia (*Software License*), opiniones de los usuarios, clasificación del contenido, versiones mínimas de instalación Android/iOS, etc.
- *Person*: Contiene los conceptos de persona y organización que están definidos en FOAF. En consecuencia, permite almacenar la información de la persona con discapacidad como nombre, apellido, edad, email, etc. y en algunos casos a la institución a la que pertenece o centros de terapia que asiste.

3. Formalización de la ontología.

El Universo de discurso **D** contiene todos los conceptos que se consideró para la generación de una base de conocimiento del repositorio de aplicaciones móviles de soporte, considerando dentro de los conceptos el software, las competencias que desarrollan, las habilidades afectadas, discapacidades y el grado de afectación de las habilidades. Estos conceptos definidos en el universo de discurso **D** contienen elementos propios de la ontología y conceptos emergentes de otras ontologías adaptados y clasificados dentro de una taxonomía propia para el enfoque buscado, la



cual se detalla en la especificación de relaciones unarias del modelo formal.

Por lo tanto, el conjunto de clases se define como:

$$D = \left\{ \begin{array}{l} \textit{Concept}, \textit{Continuant}, \textit{Competence}, \\ \textit{GenericallyDependentContinuant}, \\ \textit{InformationContentEntity}, \textit{Software}, \textit{SoftwareLicense}, \\ \textit{IndependentContinuant}, \\ \textit{Organization}, \textit{Person}, \textit{Device}, \textit{SpecificallyDependentContinuant}, \\ \textit{Function}, \textit{Ability}, \textit{Disability} \end{array} \right\}$$

Ecuación 1: Conjunto de clases de la ontología SODIC.

Las principales relaciones binarias que se modelaron en la ontología se describen a continuación:

- *Bearer of*: Relación extendida de RO que relaciona entidades independientes continuas y entidades específicas dependientes continuas. Con el objetivo de representar que debe tener al menos una relación la entidad dependiente.
- *Inheres in*: Relación extendida de RO que establece una asociación entre entidades dependientes continuas y entidades independientes continuas. Con el objetivo de representar que el dependiente depende específicamente del *Bearer of* para su existencia.
- *Assists with*: Define como una cierta discapacidad o habilidad es asistida por una entidad dependiente continua.
- *Requiere ability*: Define que una entidad necesita de alguna habilidad específica para poder realizarlo.
- *Develops competence*: Es la relación que hay entre el software de soporte y una competencia de desarrollo.
- *Affects*: Define la relación de afección que una discapacidad tiene con una habilidad o la afectación de una competencia debido a una discapacidad.



- *Has license*: Representa el tipo de licencia que tiene un software.

En virtud de ello el conjunto de relaciones **R** se define como:

$$R = \left\{ \begin{array}{l} \textit{affects}, \textit{bearerOf}, \textit{assistsWith}, \textit{requiresAbility}, \textit{developsCompetence}, \\ \textit{hasBroader}, \\ \textit{hasLicense}, \textit{hasNarrower}, \textit{inheritsIn}, \textit{isAssistedBy}, \textit{isPublishedBy}, \\ \textit{isAffectedBy}, \\ \textit{licenseFor}, \textit{publishes} \end{array} \right\}$$

Ecuación 2: Conjunto de relaciones de la ontología SODIC.

En consecuencia, se puede definir una ontología **O** consistente a través del conjunto de fórmulas lógicas que se describirán a través de **O₁** y **O₂** las mismas que son:

Especificación de los sub conceptos de las relaciones unarias en SODIC.

$$\begin{aligned} O_0 = D \cup \{ & \textit{Concept}(x) \rightarrow \textit{Competence}(x), \\ & \textit{GenericallyDependentContinuant}(x) \rightarrow \textit{Software}(x), \\ & \textit{GenericallyDependentContinuant}(x) \rightarrow \textit{SoftwareLicense}(x), \\ & \textit{IndependentContinuant}(x) \rightarrow \textit{Organization}(x), \\ & \textit{IndependentContinuant}(x) \rightarrow \textit{Person}(x), \\ & \textit{SpecificallyDependentContinuant}(x) \rightarrow \textit{Ability}(x), \\ & \textit{SpecificallyDependentContinuant}(x) \rightarrow \textit{Disability}(x), \\ & \textit{bearerOf}(x) \rightarrow \textit{assistsWith}(x), \\ & \textit{bearerOf}(x) \rightarrow \textit{requiresAbility}(x), \\ & \textit{inheritanceIn}(x) \rightarrow \textit{isAssistedBy}(x) \} \end{aligned}$$

Ecuación 3: Relaciones unarias de SODIC.

Especificación de los dominios y rangos de las relaciones binarias:

$$\begin{aligned} O_1 = O_0 \cup \{ & \textit{bearerOf}(x, y) \rightarrow \textit{Thing}(x) \wedge \textit{SpecificallyDependentContinuant}(y), \\ & \textit{affects}(x, y) \rightarrow \textit{Disability}(x) \wedge \textit{Ability}(y), \\ & \textit{affects}(x, y) \rightarrow \textit{Ability}(x) \wedge \textit{Competence}(y), \\ & \textit{assistsWith}(x, y) \rightarrow \textit{SpecificallyDependentContinuant}(x) \\ & \quad \wedge \textit{GenericallyDependentContinuant}(y), \\ & \textit{hasLicense}(x, y) \rightarrow \textit{Software}(x) \wedge \textit{SoftwareLicense}(y) \} \end{aligned}$$

Ecuación 4: Especificación de relación y dominios de SODIC.

Además, se realiza la especificación de las restricciones, como por ejemplo: un software no es una licencia del software por lo que son disjuntos, pero los dos si son elementos informativos y dependientes entre sí, una organización no es una persona



y por último se define que una discapacidad no puede ser una habilidad.

$$O_2 = O_1 \cup \{ \text{Software}(x) \rightarrow \neg \text{SoftwareLicense}(x), \\ \text{Organization}(x) \rightarrow \neg \text{Person}(x) \\ \text{Disability}(x) \rightarrow \neg \text{Ability}(x) \}$$

Ecuación 5: Especificación de las restricciones de SODIC.

Adicionalmente, para mejorar los procesos del motor de inferencias se agregaron reglas o axiomas *SWRL*¹⁵ que permite extender el conjunto de axiomas de *OWL* para agregar reglas condicionales del tipo si-entonces (Guerrero, Villagrà, & López, 2005). Se logró generar un conjunto de 25 axiomas definidos en conjunto con los expertos en el área de la discapacidad. A fin de ejemplificar en la Ecuación 6 se presenta la regla para las personas con baja visión. En donde, una persona que posea una discapacidad auditiva de grado 2 o 3 tendrá asociada un afección para desarrollar la habilidad de “Presencia o Ausencia del Sonido” representada mediante el código a38.

$$\text{Person}(?x) \wedge \text{bearer_of}(?x, ?pd) \wedge \text{HearingDisability}(?hd) \\ \wedge \text{affectation_level}(?hd, ?hdl) \wedge \text{swrlb:greaterThanOrEqual}(?hdl, 2) \\ \rightarrow \text{bearer_of}(?x, a38) \wedge \text{affects}(?hd, a38)$$

Ecuación 6: Axioma *SWRL* para la afección de habilidades auditivas.

En conclusión, se clasifican a las habilidades y las discapacidades de las personas como funciones que est n inherentes (*inheres in*) en las personas, caracterizadas dentro de las entidades persona (*Person*), las discapacidades inherentes en una persona afectan (*affects*) a las habilidades de las personas y estas afectaciones tienen una afección directa (*affects competence*) en una competencia para la vida. Por otra parte, clasificadas dentro entidades genéricas dependientes de BFO se encuentra la información del software y el tipo de licencia (*has license*) que son publicados por una organización (*is published by*) y el software tiene un rol dentro de la ontología como un elemento de soporte en el desarrollo de competencias (*develops competence*).

Con el objetivo de validar la ontología en una primera instancia se comprob  la

¹⁵ Semantic Web Rule Language



consistencia de la misma y en una segunda instancia se realizó una inferencia del conocimiento que se busca obtener. La consistencia de la ontología se logra si no existen contradicciones dentro de las sentencias de los axiomas contra otros axiomas existentes y más aún en la integración de ontologías. En consecuencia, se utilizó el motor de inferencia **Hermit**¹⁶ que revisa la consistencia de los axiomas y de ser el caso da una explicación de las contradicciones entre los axiomas, el mismo que no emitió ningún error.

En una segunda instancia se probó la disposición y las relaciones de las instancias en la ontología. Para esto se utilizó el lenguaje de consulta *SPARQL*. A manera de ejemplo, en la Tabla 1 se visualiza la consulta para la obtención de competencias y habilidades que se deben trabajar para una discapacidad.

Tabla 1: Consulta *SPARQL* para la obtención de competencias en base a una discapacidad.

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX dicos: <http://www.speltra.org/dicos#>
PREFIX skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#>
PREFIX adolena: <http://ksg.meraka.co.za/adolena.owl#>
Select ?competenceLabe ?abilityLabe
where {
    ?nodeCompetence a dicos:Competence;
    skos:prefLabel ?competenceLabe.
    ?nodeAbility a adolena:Ability;
    adolena:affects ?nodeCompetence;
    skos:prefLabel ?abilityLabe.
    ?classDisability rdfs:subClassOf obo:BFO_000002
}
```

El resultado de la consulta *SPARQL* obtiene los registros de las competencias que se deben trabajar para una discapacidad asociada, al igual que las habilidades a que se busca reforzar o adquirir. Con esta información se procederá a realizar una búsqueda automatizada de aplicaciones móviles que sirvan de soporte para desarrollar o

¹⁶ <http://www.hermit-reasoner.com/>



mejorar una habilidad.

Por último, es importante mencionar que la ontología cuenta con alrededor de 1.500 instancias en el área de las competencias, discapacidad y habilidades, con 15.000 instancias en el área de software de aplicaciones móviles, 5 instancias en el área de los perfiles, 25 reglas o axiomas y un total de 265 clases.

3.2.3 *API-Wiki SEARCH*

Con el objetivo de poblar la ontología se extrajo un conocimiento base de Wikinclusión, el cual define una clasificación de las competencias de la vida y las habilidades que se debe desarrollar dentro de cada competencia. En virtud de ello, se procedió a realizar un proceso de integración de datos que permita agregar la información de diferentes fuentes, formatos y servicios para que formen parte de la ontología SODIC.

En consecuencia, para lograr esto se barajaron diferentes posibilidades entre las cuales se menciona: el acceso directo a la base de datos de Wikinclusión, realizar una extracción automatizada con un *WebCrawler* a las páginas de Wikinclusión o utilizar un *Api-Wiki*¹⁷ para consultar los datos del sitio.

Debido a que en la primera opción la base de datos estaba totalmente desnormalizada y con duplicación de datos, esto lo convertía en una tarea compleja para la consulta de información. Por otra parte, la segunda opción se descartó porque las páginas no tenían una estructura de etiquetación *HTML* claramente definida. Es así, que se optó por utilizar el *API* de consulta de MediaWiki.

Este *API* de *MediaWiki* es un servicio web de páginas *Wiki* que proporciona un acceso a características, datos y metadatos a través de una solicitud *GET/POST* al *api.php*. Se puede acceder a diferentes acciones u opciones especificando el parámetro ***action*** (***action*** = consulta) para obtener información. Por ejemplo, para obtener la clasificación de las competencias de la vida se envió la consulta Figura 4 (a) y se obtuvo

¹⁷ <https://www.mediawiki.org/wiki/API:Tutorial>



como resultado en formato *JSON*¹⁸ lo que se ilustra en la Figura 4 (b): el título, el idioma y el identificador de la página.

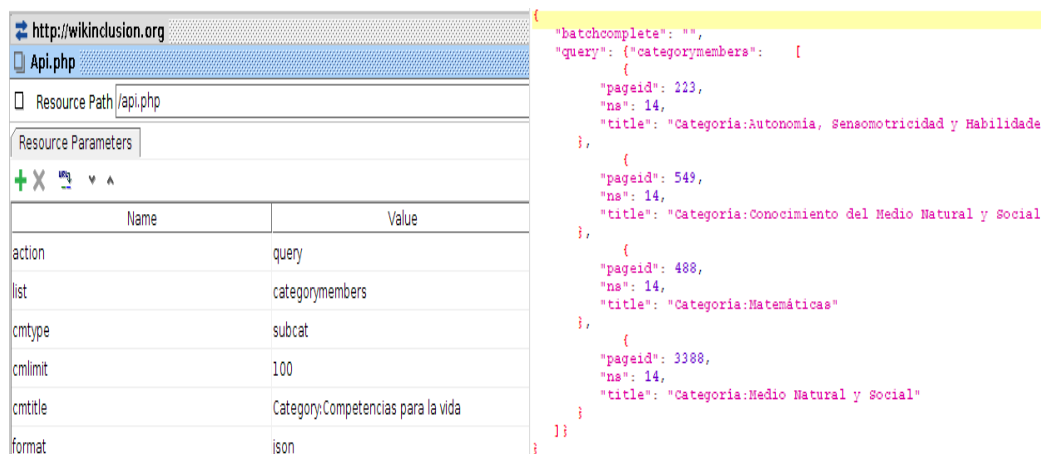


Figura 4: Parámetros de la consulta(a) y resultados *JSON*(b) mediante *Api-Wiki*.

Es por ello que a través de una serie de consultas se logró obtener todo el conocimiento descrito en la página de Wikinclusión (Competencias, subcompetencias, habilidades, discapacidades, niveles, etc.) y con estos datos se pobló la ontología SODIC para la extracción de aplicaciones móviles.

3.2.4 PLATAFORMAS DE DISTRIBUCIÓN MÓVIL.

La popularidad de los dispositivos móviles, especialmente smartphones y tabletas, está llevando a que los procesos de búsqueda y selección sean más complejos. En virtud de ello, se busca mejorar los procesos de búsqueda y clasificación de las plataformas de distribución móvil.

En este contexto, actualmente existen dos sistemas operativos mayoritariamente utilizados a nivel mundial que son Android e IOS con un 73% y 19% respectivamente (StatCounter, 2017). Es por ello, que se seleccionó a estos dos sistemas operativos para

¹⁸ JavaScript Object Notation



delimitar la búsqueda de las aplicaciones móviles.

Es importante mencionar, que el sistema operativo Android cuenta con su plataforma o tienda de distribución de aplicaciones móviles accesible a través de la web (Google Play Store¹⁹). Por otro lado, IOS no tiene directamente una plataforma de distribución con acceso web para la compra de sus aplicaciones, debido a que la gestión de aplicaciones lo realiza a través de sus aplicaciones iTunes y AppStore. Por esta razón, las aplicaciones del sistema operativo IOS se consultan a través del sitio web FND²⁰ que permite el acceso al App Store y iTunes mediante peticiones *GET/POST*.

En consecuencia, el proceso de consulta se realiza mediante solicitudes *GET/POST* al servidor de Google y FND, los mismos que devuelven el contenido en formato *HTML* y ser procesadas por el *WebCrawler*.

3.3 CAPA INTELIGENTE

Esta capa implementa mecanismos para proporcionar servicios de búsqueda, extracción y clasificación de las aplicaciones móviles. Con el fin de generar una base de datos de aplicaciones móviles en base al conocimiento descrito en la ontología SODIC. Posteriormente, estas aplicaciones constarán como instancias de software en la ontología descrita que permita inferir un nuevo conocimiento en base a la discapacidad, competencias y habilidades. A continuación son descritos los módulos que forman parte de esta capa.

3.3.1 BÚSQUEDA Y EXTRACCIÓN

La búsqueda y la extracción consiste en acceder a las plataformas de distribución móvil para analizar las páginas y buscar enlaces a páginas nuevas de acceso. Seguidamente, se descargan estas páginas y se extrae el contenido para ser procesado por técnicas de minería de datos.

Además, estas aplicaciones presenta el problema de que no están clasificadas y

¹⁹ <https://play.google.com/>

²⁰ <https://fnd.io/>



relacionadas con conceptos como: las competencias, discapacidades y habilidades. En consecuencia, los procesos de selección de aplicaciones para personas con discapacidad, logopedas y familiares son complejos.

En virtud de ello, esta capa busca poblar la ontología SODIC con las aplicaciones móviles y generar así una base de conocimiento que sea de soporte en el desarrollo de las habilidades y competencias a través de las TIC. Es importante mencionar, que las palabras claves para realizar los procesos de búsqueda son extraídos mediante consultas *SPARQL* a la ontología SODIC.

3.3.1.1 WEBCRAWLER

Un *WebCrawler* centrado en un dominio y objetivos específicos permite la recolección de páginas web que son relevantes para un determinado tema dentro del Internet (Lu, Zhan, Zhou, & He, 2016). Básicamente, un *WebCrawler* realiza una solicitud *HTTP* o *GET* al servidor incluyendo los parámetros de consulta y el servidor responde con la página en formato *HTML*. Este proceso fue desarrollado utilizando el lenguaje de programación Python y con el uso del *framework* Scrapy²¹ que permite la extracción de la información de la web de manera fácil y eficiente. El proceso de búsqueda y extracción se detalla a continuación:

- El parámetro de consulta se obtuvo desde la capa de conocimiento mediante consultas *SPARQL*. Las palabras claves de consulta son las habilidades que se desean reforzar combinando una o más palabras relacionadas de la misma competencia o área a la que pertenecen.
- La política de rastreo se realiza a través de un mapa clave-valor para verificar que no se repitan las aplicaciones móviles dentro del mismo tema mediante la asignación de una clave única (*URL* de descarga). Por otro lado, para mejorar el rendimiento del *WebCrawler* se empleó hilos (*Threads*) para ejecutar varios procesos en paralelo de búsqueda, proporcionando como resultado, una notable mejora en los tiempos de respuesta y por consecuencia en la adquisición de las

²¹ <https://scrapy.org/>



características de las aplicaciones móviles. Ejecutando un total de 32 procesos del *WebCrawler* independientes para la búsqueda por cada habilidad.

- Para la política de selección se definió que solo las aplicaciones descritas en el lenguaje español sean las que se indexen. Además, se establece que se debe ingresar a los enlaces de las aplicaciones similares que genera la tienda de Google Play Store. Este último puede generar un proceso cíclico, es por ello, que en el árbol de rastreo se estableció como máximo un nivel de profundidad de 2 para el acceso a las aplicaciones similares. En otras palabras, se ingresa solo en las primeras aplicaciones similares de cada una de las aplicaciones resultantes.
- Por otro lado, en cuanto a la restricción de enlaces y contenidos, se optó por solo extraer el contenido *HTML* y *MEDIA/MIME*, descartando así el contenido *JAVASCRIPT*, *CSS*, etc.

En conclusión, se extrajo alrededor de 10.000 aplicaciones móviles de la tienda de Google Play Store y aproximadamente 5.000 de la tienda de App Store (FND). A manera de ilustración, se seleccionó la categoría métodos alternativos dentro de las competencias Comunicación y Lenguaje, este tiene aproximadamente 1.800 aplicaciones. De estas aplicaciones se tiene la siguiente distribución en base a la cantidad de aplicaciones descargadas por tema que son visualizadas en la Figura 5.

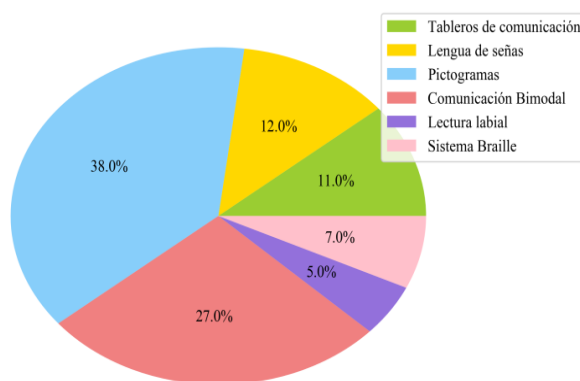


Figura 5: Porcentajes basados en la cantidad de aplicaciones descargas para los métodos alternativos.



3.3.1.2 PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL (PLN)

El *WebCrawler* permite la extracción de las características, descripciones, imágenes, videos, etc. de las aplicaciones móviles. Sin embargo, las plataformas de distribución móvil pueden sufrir fácilmente el impacto para la extracción de aplicaciones relevantes para un tema de búsqueda. En virtud de ello, a través del procesamiento del lenguaje natural se busca extraer el contenido relevante en la descripción de la aplicación.

Para lograr este objetivo, se utilizó el *framework* NLTK²² que contiene un conjunto de bibliotecas y programas para el procesamiento del lenguaje natural.

Por otro lado, para mejorar los procesos de inferencia en el módulo de minería de datos, se debe realizar una serie de etapas de preprocesamiento y transformación de datos a fin de mejorar el corpus de caracterización de aplicaciones móviles e incrementar la precisión del clasificador (Quisi Peralta, 2015). En virtud de ello, se siguió los siguientes pasos:

- Decodificar el texto extraído a *UTF-8*.
- Detectar el idioma de la aplicación y eliminar aplicaciones que no están descritas en español.
- Sustituir caracteres especiales, eliminar acentos y números (*stripping*).
- Convertir a minúsculas.
- Etiquetado sintáctico para eliminar palabras que no tienen carga semántica. Por ejemplo preposiciones, artículos, etc.
- Eliminar las palabras más comunes (*stop words*).
- Convertir las palabras a sus raíces (*lemma*).

Para ilustrar los pasos descritos, se seleccionó aleatoriamente la aplicación móvil

²² Kit de herramientas de lenguaje natural : <http://www.nltk.org/>



“La supervivencia de pubertad”²³ en el conjunto de aplicaciones obtenidas por el *WebCrawler* dentro de la habilidad de las relaciones afectivas y sexuales, específicamente el tema de la Pubertad. En la Tabla 2, primera fila se presenta un resumen de la descripción de la aplicación obtenida desde Google Play Store y en la siguiente columna el vector característico ordenado alfabéticamente de esta descripción. En la segunda fila se extrae el concepto de Pubertad desde la ontología SODIC mediante consultas *SPARQL* y se genera el vector característico. Es importante mencionar que dentro de este vector las palabras se encuentran expresadas a través de sus lemas o su tronco común y hacen referencia a un mismo concepto básico. Por ejemplo, “aprend” podría ser el lema de “aprender”, “aprendió” y “aprendieron”.

Tabla 2: Aplicación del PLN.

Descripción.	Vector característico.
¿Quieres aprender cómo lidiar con la pubertad? La pubertad es un hito en el desarrollo de su hijo que viene por ahí mucho más rápidamente de lo que piensa. Saber lo que cambia a esperar en su hijo durante este tiempo le ayuda a preparar a su hijo y usted mismo para lo que viene.	['ahí', 'aprend', 'ayud', 'cambi', 'com', 'desarroll', 'durant', 'esper', 'hij', 'hit', 'lidi', 'mas', 'mism', 'much', 'par', 'piens', 'prepar', 'pubert', 'quier', 'rapid', 'sab', 'tiemp', 'usted', 'vien']
Pubertad es el momento de la vida cuando un niño o una niña madura sexualmente, además del reconocimiento de los cambios que se producen en la pubertad.	['cambi', 'cuand', 'madur', 'moment', 'niñ', 'produc', 'pubert', 'reconoc', 'sexual', 'vid']

Al final del proceso se logró extraer la información más relevante de las aplicaciones móviles y la identificación de las entidades que permitan poblar el SWO de la ontología SODIC. Siendo estas: nombre de la aplicación, autor, categoría, precio, el

²³ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Puberty.Adolescent.Girls.Boys>



vector característico de la descripción, opiniones, novedades, descargas, clasificación del contenido, versión de Android, permisos, desarrollador, ofrecida por, versión actual, calificación de usuarios, número de usuarios que calificaron, videos, imágenes, link de descarga y el logo de la aplicación.

3.3.2 MINERÍA DE DATOS

La minería de datos se define como un proceso para el descubrimiento de patrones en los datos, este proceso es generalmente automático o semiautomático. De ahí que las técnicas de minería de datos cada vez están teniendo mayor auge ya que gracias a la implementación permiten la generación de conocimiento útil en grandes bases de datos (Quisi Peralta, 2015). En virtud de ello, se utilizó dentro de la minería de datos las máquinas de soporte vectorial para el descubrimiento de patrones que permita generar un grado de pertenencia a una habilidad específica.

3.3.2.1 MODELO DE ESPACIO VECTORIAL (VSM)

Permite representar textos a través de vectores de términos, pero no permite la representación de relaciones semánticas entre palabras o vectores. En consecuencia, los textos o documentos es posible representarlos en espacios vectoriales semánticos con el objetivo de utilizar técnicas de aprendizaje automático (Sanchez et al., 2014). En VSM, cada documento o texto se identifica como un vector de rasgos característicos en un espacio, en el cual cada dimensión corresponde a términos indexados distintos que representan las palabras (López & García, 2016).

En virtud de ello, se obtuvo el vector característico del concepto de habilidad a fin de que con este vector generar un vocabulario característico que las aplicaciones deben contener en sus descripciones y así obtener el grado de pertenencia a la clasificación descrita en la ontología SODIC. A continuación se detalla el proceso:

- Por cada aplicación se extrae el vector de pesos. Los pesos o rasgos característicos están en función de la frecuencia de términos (TF) y la frecuencia de aparición de los términos en el conjunto de aplicaciones ($TFIDF$):



Universidad de Cuenca

- TF: La frecuencia de términos, no es más que la cantidad de ocurrencias de la palabra w en la aplicación D . Para esto se toma como vector característico el vocabulario del concepto de la habilidad obtenida desde la ontología SODIC.
- IDF: Es la frecuencia inversa de documentos, representa la cantidad de documentos donde aparece la palabra w pero de forma inversa. Para otorgar mayor peso a las palabras que ocurren con menor frecuencia en el conjunto de aplicaciones, se calcula según la Ecuación 7.

$$idf(w) = \log \frac{N}{Df(w)}$$

Ecuación 7: Fórmula para el cálculo de la frecuencia inversa.

Dónde:

- $Df(w)$ Es la frecuencia del término (cantidad de aplicaciones que contienen la palabra w).
- N Representa la cantidad total de aplicaciones obtenidas para una habilidad.
- TFIDF: Expresa el peso relativo del término w en el vector asociado al conjunto de aplicaciones D . Lo que se busca es elegir las palabras que son únicas para ciertas aplicaciones en lugar de aquellas que aparecen en todas las aplicaciones y se calcula según la Ecuación 8.

$$tfidf(w, D) = tf(w, D) * idf(w)$$

Ecuación 8: Fórmula para calcular términos de frecuencia del documento.

- Con el fin de obtener una medida de similitud entre dos vectores de términos característicos de aplicaciones se calculó el ángulo que forman entre ellas. Más concretamente mediante el coseno del ángulo llamado también similitud del coseno,



la misma que se describe en la Ecuación 9, agregando como pesos o rasgos el *TF* y *TFIDF* previamente calculados.

$$\text{simcos}(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^N A_{p[i]} \cap B_{p[i]}}{\sum_{i=1}^N (A_{p[i]})^2 * \sum_{i=1}^N (B_{p[i]})^2}$$

Ecuación 9: Cálculo de la similitud del coseno.

Dónde:

- *N*: Es el tamaño del vector característico.
- *A*: Es el vector que representa al concepto del tema buscado.
- *B*: Es el vector que representa la descripción de la aplicación móvil.
- *P*[*i*]: Representa el peso o rasgo (*TF*, *TFIDF*) en la posición *i* del vector de aplicaciones.

Para ilustrar la aplicación del VSM, a continuación se describe con un ejemplo la aplicación de estos pasos:

- En la Tabla 2 se define los vectores característicos obtenidos con el PLN. En consecuencia, a partir de ellos se genera el vector característico del concepto de “Pubertad” (*VCC*) y el vector característico de la descripción de la aplicación (*VCDA*).

$$VCC = ['cambi', 'cuand', 'madur', 'moment', 'niñ', 'produc', 'pubert', 'reconoc', 'sexual', 'vid']$$

$$VCDA = ['ahi', 'aprend', 'ayud', 'cambi', 'com', 'desarroll', 'durant', 'esper', 'hij', 'hit', 'lidi', 'mas', 'mism', 'much', 'par', 'piens', 'prepar', 'pubert', 'quier', 'rapid', 'sab', 'tiemp', 'usted', 'vien']$$

- Posteriormente, se procede a generar el vector de términos de frecuencia de la aplicación con relación al vector característico del concepto (*VCC*). Es decir, cuantas veces aparece en la descripción de la aplicación móvil las palabras claves del concepto de búsqueda. Por ejemplo, la frecuencia de términos de *VCDA* con respecto



al VCC se presenta en el vector TFDA y la frecuencia de términos del VCC se presenta en el vector TFC. Nótese que el vector del TFC todos sus elementos es igual a 1, debido a que aparece una sola vez la palabra dentro del tema de búsqueda.

$$TFC: [1,1,1,1,1,1,1,1,1,1]$$

$$TFDA: [1,0,0,0,0,0,2,0,0,0]$$

- Además, se crea el vector de los términos de frecuencia inversa de la aplicación (TFIDFDA) con relación al vector característico del concepto (VCC) y el conjunto de aplicaciones dentro de un mismo tema de búsqueda mediante la aplicación de la Ecuación 8.

$$TFIDFC = [1,1,1,1,1,1,1,1,1,1]$$

$$TFIDFDA = [1,1.40546511,1.40546511,1.40546511, \\ 1.40546511,1.40546511,1,1.40546511,1.40546511,1.40546511]$$

- Finalmente, con base en los vectores calculados, se aplica la Ecuación 9 para obtener el grado de similitud entre el concepto de búsqueda y la descripción de la aplicación. Para ello, se selecciona independientemente cada uno de los vectores (TFDA,TFIDFDA) y se les asigna como pesos en la Ecuación 9, a fin de obtener como resultado el grado de similitud del coseno en relación con los términos de frecuencia (simcosVTF) y términos de frecuencia inversa (simcosVTFIDF) .

$$\begin{aligned} \text{simcosVTF}(TFC, TFDA) &= \frac{\sum_{i=1}^{10} TFDA[i]}{\sum_{i=1}^{10} (TFC[i])^2 * \sum_{i=1}^{10} (TFDA[i])^2} \\ &= 0,42426407 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{simcosVTFIDF}(TFIDFC, TFIDFDA) &= \frac{\sum_{i=1}^{10} TFIDFDA[i]}{\sum_{i=1}^{10} (TFIDFC[i])^2 * \sum_{i=1}^{10} (TFIDFDA[i])^2} \\ &= 0,31797563 \end{aligned}$$

El resultado de esta fórmula da un valor comprendido entre un rango de 0 – 1. Si el valor es cercano a 0 implica que ambos vectores no se muestran próximos como para superponerse. En consecuencia, un coseno de 0 implicaría que no existe similitud entre



los vectores.

En base a ello, se realizó un análisis de los resultados del cálculo y se escogió un umbral de corte para eliminar aplicaciones que tienen un bajo grado de similitud con respecto al concepto de búsqueda. El umbral definido es de 0,3 eliminando así las aplicaciones que no tengan una similitud mayor a dicho umbral. Este valor se seleccionó mediante un análisis comparativo de valor de similitud entre las aplicaciones y el concepto de búsqueda, identificando que las aplicaciones que tienen un valor menor a 0,3 no permiten el desarrollo de la competencia seleccionada.

Finalmente, con este conjunto de aplicaciones, se procedió con el almacenamiento dentro de la ontología SODIC con la ayuda del módulo Owlready2²⁴. Este módulo permite una programación orientada hacia la ontología mediante Python. Además, cargar el *OWL/RDF* como objetos dentro de Python, permite modificarlos, guardarlos en *OWL-XML* y realizar un razonamiento a través del motor de inferencia *Hermit*. Es por ello, que se utilizó para crear las instancias de la clase Software dentro de SODIC por cada una de las aplicaciones móviles.

3.4 CAPA DE ACCESO

Con el conocimiento basado en ontologías, es necesario proveer de mecanismo que permitan acceder a esta base de conocimiento. En virtud de ello, se implementó dos módulos: El primero para consultar y validar aplicaciones móviles, y el segundo para la autenticación/autorización y publicación en el sitio de Wikinclusión. A continuación se describen estos módulos.

3.4.1 MICROSERVICIOS

Los microservicios son un enfoque de desarrollo de aplicaciones de software que se componen de una serie de pequeños servicios *REST*, cada uno ejecutándose de forma autónoma y comunicándose entre sí.

²⁴ <https://pypi.python.org/pypi/Owlready>



Universidad de Cuenca

Por consiguiente, cada servicio se encarga de implementar una funcionalidad dentro de sistema. Además, cada servicio es desplegado de forma independiente, permite la integración de varios lenguajes de programación (Python y Java) y usar diferentes tecnologías de almacenamiento de base de datos (SESAME y PostgreSQL).

Además, el objetivo es hacer independiente el sistema para los diferentes clientes que pueden consumir la información y así permitir la independencia entre los procesos del sistema (*Backend*) y cliente (*Frontend*). De ahí que este módulo consta de dos microservicios:

- **Consulta:** Es el encargado de realizar una serie de consultas a la base de datos de tripletas que almacena las clases, relaciones e instancias de la ontología SODIC basándose en las competencias, habilidades y discapacidad para retornar una lista de aplicaciones procesadas por la capa inteligente. Además, se agrega información referente al grado de pertenencia en la habilidad seleccionada, la probabilidad de apoyo de acuerdo al tipo de discapacidad y la clasificación en base a las competencias, aéreas y sub-aéreas de Wikinclusión. En base a estos resultados los expertos en el área pueden aprobar o desaprobar las aplicaciones móviles recomendadas por el sistema.
- **Aplicaciones:** Este servicio permite almacenar el criterio de los expertos de manera que si más de tres expertos emiten un criterio desfavorable se elimina la aplicación del repositorio y por ende de la ontología SODIC. Es decir, agrega un estado de aceptación o eliminación de la aplicación móvil.

En la Figura 6 (a) se presenta el resultado del primer microservicio, que corresponde con un listado de aplicaciones correspondientes a la habilidad “Sonidos Onomatopéyicos”. En la Figura 6 (b) se visualiza a detalle las características de una aplicación seleccionada que por ejemplo “Primeras palabras para Bebé”. Finalmente, el experto puede “Instalar” la aplicación para realizar una serie de pruebas o “Enviar” un esto de aprobado/desaprobado.

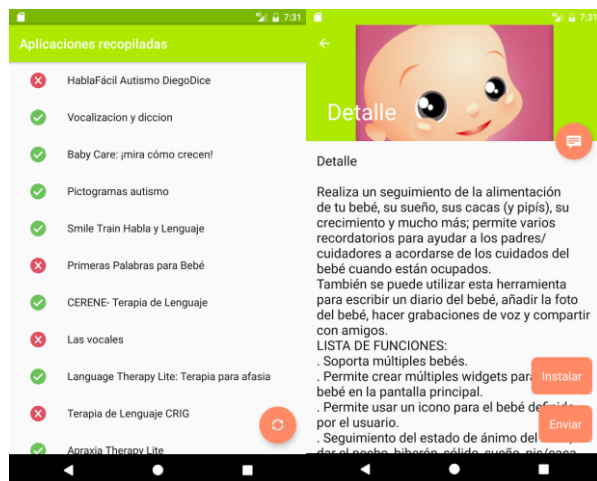


Figura 6: Aplicación móvil para el acceso al sistema propuesto.

3.4.2 WIKINCLUSIÓN

Este módulo es el encargo de publicar todas las aplicaciones aceptadas por los expertos en el sitio de Wikinclusión y que sirva como medio de consumo mundial. Para ello, con el uso del *Api-Wiki* permite crear dinámicamente nuevos recursos tecnológicos dentro del sitio. A continuación se describe brevemente el proceso de publicación:

- **Autentificación/Autorización:** Permite la generación de un *token* de acceso y edición a la *wiki*, debido a que no todos los usuarios pueden editar la página. Este proceso utiliza los registros de usuarios y roles que tiene el sitio de Wikinclusión.
- **Publicar:** Mediante el *Api-Wiki* se envía un formulario *POST* con los datos que serán publicados dentro de una categoría en el sitio web. Este formulario es escrito en código *HTML* y contiene el id de la página a ser editada. Además, si es necesario se puede crear una página nueva enviando como parámetro ***new=true***. Por último, es necesario agrega dentro de la habilidad el nuevo software móvil de soporte, esto se realiza enviando como parámetro el código de la página de edición y el software de soporte.



3.5 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Para soportar todos los procesos del sistema propuesto, se ha definido una arquitectura basada en contenedores **Docker** y tecnologías **Spring** que se presenta en la Figura 7.

Se utilizó **Docker** para la creación de contenedores ligeros, portables y que las aplicaciones de software puedan ejecutarse en cualquier máquina y facilitar así también el despliegue en el servidor principal y la integración de servicios. Por otro lado, se empleó **Spring Boot** para la creación de un proyecto y utilizar los diferentes *frameworks* de **Spring** de una manera ágil permitiendo evitar la configuración y centrarnos en el desarrollo.

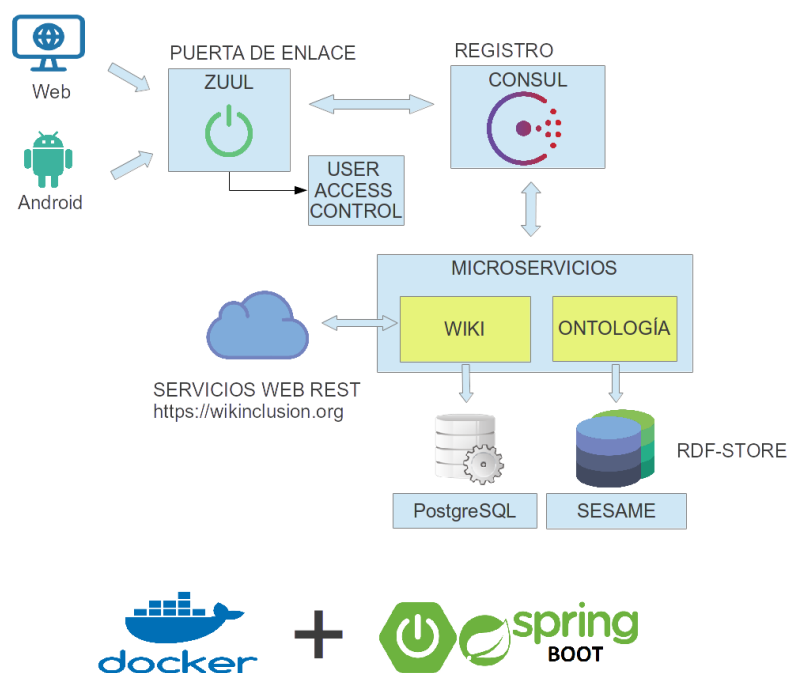


Figura 7: Arquitectura propuesta para el sistema.

A continuación se describe los principales componentes y las tecnologías que forman parte de esta arquitectura:

- Servidor de registro: Permite solventar los problemas de comunicación entre



Universidad de Cuenca

los servicios, el servidor de registro se encarga de gestionar y publicar los *Endpoints* para cada servicio mediante un *DNS* o interfaces *HTTP*. Es por ello que mediante **Consul** se logra este objetivo. En la Figura 8 se presentan los servicios implementados y que son gestionados por **Consul**.

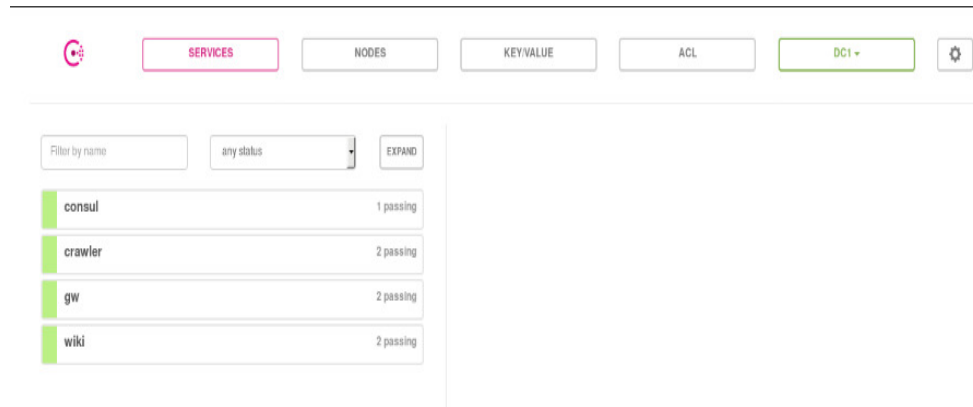


Figura 8: Consulta de servicios mediante Consul.

- Servidor de configuración central: Encargado de centralizar la configuración general de la aplicación, configuración avanzada y metadatos mediante **Spring cloud config**.
- Servidor perimetral: Es la puerta de acceso donde son publicados todos los servicios, reside en el “borde” de la red y brinda beneficios de *firewall*, enrutamiento y balanceo de carga, para esto se utilizó **Zuul**.
- *Logs*: Para centralizar el monitoreo de las actividades, el desempeño de las aplicaciones y facilitar la consulta de *logs* en cada uno de los servicios o tecnologías su utilizó **Logstash**.
- Microservicios: Aquí reside toda la lógica del *Backend*, este ofrece un *endpoint* para consumir, así como para agregarse en el servidor de registro como en el servidor perimetral: En consecuencia, se utilizó **Spring Boot** que permite evitar las configuraciones del proyecto, **Spring MVC** para modelar la parte del negocio, persistencia y vista, **Swagger** para describir, producir, consumir y



Universidad de Cuenca

visualizar servicios *REST*. Finalmente, en la Figura 9 se visualiza las operaciones que soporta el microservicio app para validar una aplicación móvil.

app-resource : App Resource			Show/Hide	List Operations	Expand Operations
GET	/api/apps				getAllApps
POST	/api/apps				createApp
PUT	/api/apps				updateApp
DELETE	/api/apps/{id}				deleteApp
GET	/api/apps/{id}				getApp

Figura 9: Operaciones del microservicio para la publicación de aplicaciones.



CAPITULO 4

RESULTADOS, CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

4.1 RESULTADOS DE VALIDACIÓN

A fin de validar la propuesta planteada se llevó a cabo un proceso experimental consistente en 2 etapas. En la primera, se realizó un análisis de las aplicaciones según el tema de búsqueda y mediante técnicas de agrupación generar grupos de aplicaciones similares de soporte dentro de una misma área. Por otra parte, en la segunda etapa se aplicó un cuestionario a un grupo de 25 expertos del área, a fin de conocer las percepciones sobre la utilidad del sistema (ver anexo 1).

Dentro de la primera etapa, a fin de determinar si las aplicaciones existentes en la tienda de Google se relacionaban con el tema de búsqueda, se emplearon diversas consultas para la recopilación de aplicaciones móviles mediante el *WebCrawler*. En el conjunto de aplicaciones recopiladas se encontraron aplicaciones que no apoyan en los procesos de aprendizaje y/o enseñanza para las personas con discapacidad. Por ejemplo en el área de “sonidos onomatopéyicos” algunas de las aplicaciones que se descartaron son: “Lagu Lagu Dangdut Remix mp3²⁵” que permite mezclar musica, “FlyAngle²⁶” que es un juego de aviones, “La Voz de la mezcla estrella²⁷” para mezclar su propia voz, “Cartoon Sounds²⁸” que son efectos de sonido de dibujos animados, etc.

Una vez que se generó esta base de conocimiento, se llevó a cabo un análisis de conglomerados²⁹ (Robles-Bykbaev, 2017) y para ello se empleó la Ecuación 10. Con este objetivo, se ha planteado un descriptor que permite establecer las características que especificar a las aplicaciones móviles de mejor manera. A continuación se observa el descriptor que se ha diseñado:

$$DA = \{ra, rn, VSMTF, VSMTFIDF, VISUAL,$$

²⁵ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.LaguLaguDangdutRemixmp3.AssepApps>

²⁶ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cogooland.flyangle>

²⁷ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pooandplay.thevoicecreator>

²⁸ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.altland.cartoon.sounds>

²⁹ Hierarchical Agglomerative Clustering



Universidad de Cuenca

$$CD = \{INTELECTUAL, MOTRIZ, AUDITIVA\}$$
$$CD = \{VISUAL, INTELECTUAL, MOTRIZ, AUDITIVA\}$$

Ecuación 10: Descriptor del clúster jerárquico.

Dónde:

- *DA*: Es el descriptor de la aplicación móvil.
- *ra*: Representa la calificación que asigna el usuario a la aplicación (*rating*).
- *rn*: Indica el número de calificaciones que se han dado a la aplicación (*Review number*).
- *VSMTF*: Valor del cálculo de coseno de similitud utilizando la frecuencia del término (*TF*).
- *VSMTFIDF*: Valor del cálculo de coseno de similitud utilizando la frecuencia de aparición de los términos en las aplicaciones (*TFIDF*).
- *CD*: son las características relacionadas con las discapacidades a las que se enfoca la aplicación.
- *VISUAL*: Porcentaje de apoyo de una aplicación para la discapacidad visual
- *INTELECTUAL*: Porcentaje de apoyo de una aplicación para la discapacidad intelectual.
- *MOTRIZ*: Porcentaje de apoyo de una aplicación para la discapacidad motriz
- *AUDITIVA*: Porcentaje de apoyo de una aplicación para la discapacidad auditiva.

En base a este descriptor se propone una métrica que permita establecer la distancia que existe entre los *i*-ésimo y el *j*-ésimo descriptores de un conjunto de aplicaciones. Como se puede observar en la Ecuación 11, la métrica emplea los elementos antes descritos y a más de ello, permite establecer los pesos (importancia) de



cada uno de estos, a fin de contar con diversos análisis en base a los requerimientos de los educadores y terapeutas.

$$d(DA_i, DA_j) = w_1 \cdot \frac{|ra_i - ra_j|}{\max \overrightarrow{RA}} + w_2 \cdot \frac{|rn_i - rn_j|}{\max \overrightarrow{RN}} + w_3 \cdot |VSMTF_i - VSMTF_j| + w_4 \cdot |VSMTFIDF_i - VSMTFIDF_j| + \frac{\sum_{f_i \in \overrightarrow{CD}_i, f_j \in \overrightarrow{CD}_j, w \in \overrightarrow{WD}} w \cdot |f_i - f_j|}{\|\overrightarrow{CD}\|}$$

Ecuación 11: Métrica para el cálculo de la distancia entre aplicaciones móviles.

Dónde:

- $d(DA_i, DA_j)$ es la distancia existente entre los descriptores de las aplicaciones i y j.
- ra_i y ra_j representan las calificaciones que obtienen las aplicaciones i y j.
- rn_i y rn_j representan el número de calificaciones emitidas por los usuarios a las aplicaciones i y j.
- w_1, w_2, w_3, w_4 representan los pesos que se pueden asignar a las diferentes características, con el fin de dar mayor importancia a aquella que se desee para el análisis.
- $\max \overrightarrow{RA}$: es un factor de normalización que garantiza que la diferencia entre la evaluación de las aplicaciones esté en el rango $[0,1]$.
- $\max \overrightarrow{RN}$: es un factor de normalización que garantiza que la diferencia entre el número de calificaciones de las aplicaciones esté en el rango $[0,1]$.
- \overrightarrow{CD} : representa el conjunto de características relacionadas a la discapacidad que son abordadas por la aplicación, mientras que $\|\overrightarrow{CD}\|$ es un factor de normalización que representa la cantidad de características empleadas.
- \overrightarrow{WD} : es un vector de pesos que se asigna a las características relacionadas



con las discapacidades que abordan las aplicaciones.

- f_i y f_j : son las características relacionadas con las discapacidad que pertenecen a los vectores \vec{CD}_i y \vec{CD}_j , respectivamente.

En virtud de que no es factible presentar gráficamente el grupo completo de las 15.000 aplicaciones, se seleccionaron 37 aplicaciones y con ellas se construyó el dendrograma que se ilustra en la Figura 10.

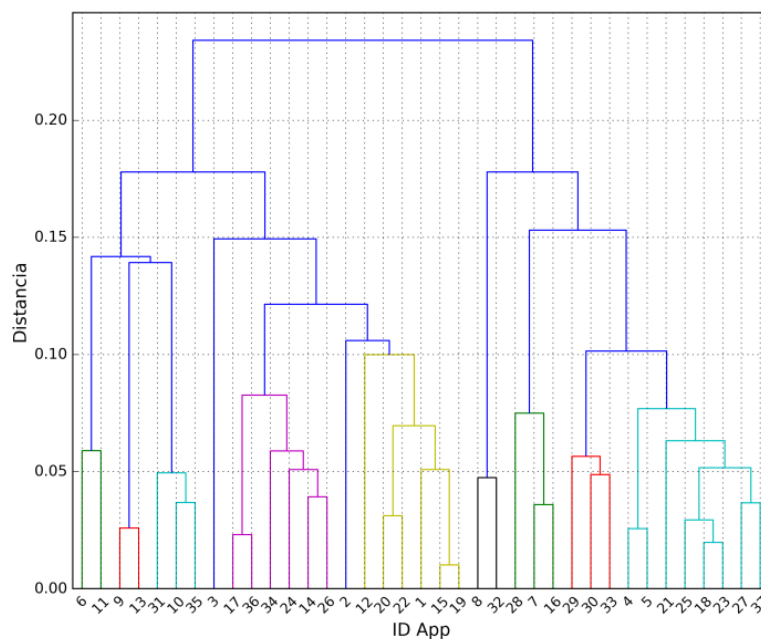


Figura 10: Dendrograma de 37 aplicaciones móviles.

Como se puede apreciar, si se realiza un corte a una distancia de 0,04 se generan 4 grupos donde 1 de ellos está conformado por una sola aplicación, la número 3. Por ejemplo, si se analiza las aplicaciones número 7 y 16 que corresponde a “La supervivencia de pubertad” y “Pubertad Nuevos Sentimientos”³⁰, se puede observar que comparten varias características como las que se detallan a continuación:

- Ambas se enfocan en la temática “pubertad” con un grado de similitud

³⁰ <https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.sex.pubertad>



Universidad de Cuenca

(*VSM, VSMIDF*) similar.

- Son del tipo diccionario e información gratuito para términos y cambios en la pubertad.
- Tiene una valoración general de 3,0 y 3,2 respectivamente.
- Ambas aplicaciones pueden ser trabajadas por personas con las 3 discapacidades (Visual, Intelectual, Motriz) con una misma probabilidad de apoyo (100%, 100%, 75%) y del 0% para la discapacidad Auditiva.
- Tienen una total de 8 y 9 usuarios que revisaron las aplicaciones.

Basándose en estos datos, el cálculo de la distancia entre estas aplicaciones da como resultado 0,043032, valor que visualiza en la Figura 10. Es por ello, que estas aplicaciones forman parte del mismo grupo de aplicaciones de soporte a la Pubertad. A fin de ilustrar el valor de la distancia resultante entre las aplicaciones 7 y 16, se procede a detallar el proceso de cálculo aplicando la Ecuación 11:

$$\begin{aligned} d(DA_7, DA_{16}) &= 0,2 \cdot \frac{|3,0_7 - 3,2_{16}|}{3,2} + 0,2 \cdot \frac{|8_7 - 9_{16}|}{9} + 0,3 \cdot |0,42426407_7 - 0,4472136_{16}| \\ &\quad + 0,3 \cdot |0,31797563_7 - 0,33517574_{16}| \\ &\quad + \frac{|(1 - 1) + (1 - 1) + (0,75 - 0,75) + (0 - 0)|}{8} \\ &= 0,043032 \end{aligned}$$

Por otra parte, en la segunda etapa se aplicó una encuesta que buscó determinar tres criterios relacionados con la aplicabilidad de la propuesta en el ámbito de la educación especial: utilidad, pertinencia y coherencia. El primer criterio establece cuán oportuno es incorporar la aplicación en el proceso de intervención terapéutica, mientras que el segundo especifica si la aplicación está acorde a los pacientes en el que se enfoca y el último criterio permite indicar si los contenidos que aborda la aplicación están de acuerdo con el plan de formación de los pacientes. Estos resultados serán analizados en la siguiente sección.



4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la segunda etapa se presentó el sistema a 25 estudiantes y profesionales de la Carrera de Educación Inicial, Estimulación Temprana e Intervención Precoz (Universidad del Azuay) a fin de que valoraran la propuesta.

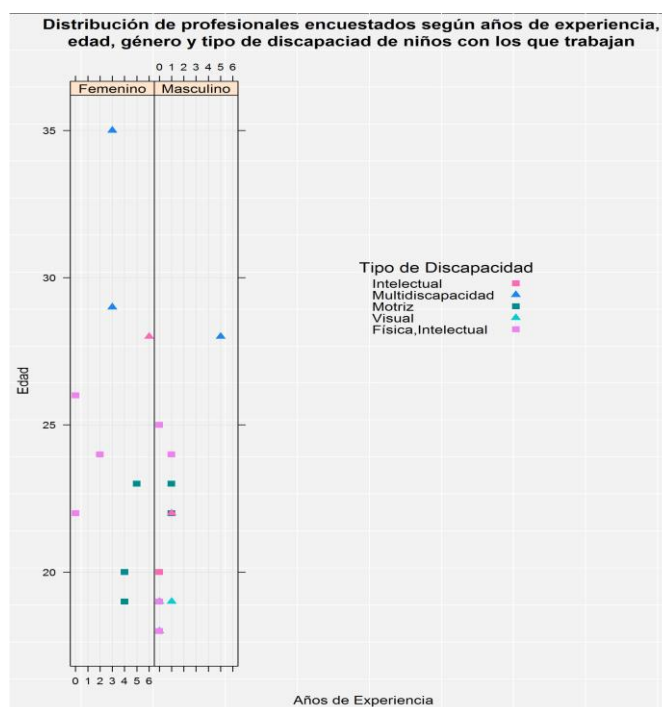


Figura 11: Distribución de los encuestados.

La percepción se recogió mediante una encuesta previamente validada, cuyo “Alfa de Cronbach” (Cronbach, 1951) da como resultado un valor estimado de **0,8936218**, la encuesta se realizó a través de la herramienta Google Forms que permite la creación de encuestas en línea. Este formulario se aplicó mediante correo electrónico en donde se especificaron las indicaciones para llenarlo y de igual manera, se adjuntó un link para contestar la encuesta de las aplicaciones determinadas de forma aleatoria gracias al sistema recomendador (en función de una competencia seleccionada). Posteriormente, se procedió a la valoración de los datos obtenidos presentados en la Figura 11. En base a los resultados, se realizó un análisis estadístico descriptivo con la finalidad de determinar las principales características demográficas de los encuestados y su



percepción sobre la utilidad de las aplicaciones móviles para el soporte en el aprendizaje y/o enseñanza de una competencia para las personas con discapacidad. En dicho análisis se observa que de los profesionales encuestados la mayor parte están en un rango de edad de 20 a 25 años, motivo por el cual, muchos de ellos tienen pocos años de experiencia. Finalmente, se analizaron los perfiles de los niños y las discapacidades que presenta con el fin de mejorar los procesos de selección de aplicaciones, identificando que mayoritariamente los niños presentan multidiscapacidad, es decir, presentan varias discapacidades concomitantes.

Es plausible indicar que en términos generales las aplicaciones móviles recomendadas por el sistema son percibidos como absolutamente útiles o muy útiles por los profesionales en el área y que con la ayuda del sitio de Wikinclusión es posible mejorar la distribución, conocimiento y uso de las aplicaciones móviles para ser de soporte y/o rampas digitales para las personas con discapacidad.

4.3 CONCLUSIONES

En el estado del arte se revisó que algunas aplicaciones son efectivas y fiables como herramientas tecnologías de apoyo a la terapia de lenguaje, destacando que estas aplicaciones están orientadas a diferentes dominios y discapacidades. Sin embargo, aunque existen muchos repositorios para diferentes áreas y dominios, no existe uno que esté orientado al dominio de aplicaciones móviles para personas con discapacidad y que estén estructuralmente organizadas y clasificadas en base a ontologías.

Por otro lado, SODIC es una ontología fácil de extender debido a que se utilizó RO y BFO como marco de referencia de clases y relaciones dentro de la misma. Además, se reutilizaron algunas clases y propiedades de ontologías globalmente utilizadas como FOAF, ADOLENA y SWO, aspecto que permite una fácil integración con otros sistemas semánticos. Adicionalmente, se propone un modelo para aproximar a una taxonomía de las aplicaciones móviles con relación a las competencias de la vida, habilidades y la discapacidad. Con el fin de clasificar las aplicaciones móviles dentro de las diferentes competencias para las que son de soporte de acuerdo al grado de discapacidad.



Se evidenció que los *WebCrawler* facilitan el acceso a los datos de una página web, particularmente a la recopilación automática de aplicaciones a través de las plataformas de distribución móvil extrayendo las características mediante expresiones regulares. Para mejorar los tiempos de respuesta se emplearon técnicas de ejecución en paralelo de los procesos mediante hilos.

Para mejorar los procesos de inferencia en minería de datos, se realiza un preprocesamiento del texto. Es por ello, que mediante técnicas de procesamiento del lenguaje natural se eliminó características descriptivas de las aplicaciones que no otorgan una carga semántica, aspecto que posibilitó mejorar el cálculo de la similitud de coseno en los vectores característicos.

Por otra parte, se realizó una eliminación de todas las aplicaciones que no tengan una similitud semánticamente con respecto al tema de búsqueda. En consecuencia, todas las aplicaciones que no tienen un VSM mayor a 0,3 se removieron del listado de posibles aplicaciones que pueden ser de soporte en los procesos de terapia con el objetivo de disminuir la carga de trabajo de aprobación/desaprobación a los expertos.

A partir de la validación estadística se obtuvieron comentarios positivos por parte de los profesionales, también indican que el sistema propuesto mejora los procesos de búsqueda tradicionales de las plataformas de distribución móvil con un alfa de Cronbach de 0,89 validando así la encuesta. Además, se evidenció la utilidad de los clústers jerárquicos para generar sistemas de recomendación basados en la distancia mediante una fórmula matemática personalizada y generar grupos de aplicaciones que sean de soporte dentro de una misma área.

Finalmente, se implementó una arquitectura basada en microservicios para el intercambio de mensajes entre el cliente móvil y el servidor, elemento que contribuye en la mejora de los tiempos de acceso a las aplicaciones y su publicación, permitiendo así ser accedidos desde diferentes tipos de clientes. Toda esta información está centralizada en un único sitio que es *Wikinclusion.org* que brinda el acceso a los recursos tecnológicos, incrementando aún más la visibilidad de las aplicaciones móviles y facilitando la búsqueda de recursos tecnológicos a las personas con discapacidad.



4.4 TRABAJO FUTURO

Como líneas de trabajo futuro se plantean las siguientes: desarrollar un módulo que permita realizar el análisis de los perfiles y requerimientos de los niños para aéreas más específicas a fin de mejorar los procesos de búsqueda y selección de aplicaciones móviles.

Además, se busca aumentar la precisión en los resultados del sistema recomendador a través de ontologías que permitan establecer conceptos y relaciones coherentes entre los contenidos de las aplicaciones móviles y los perfiles de los niños con discapacidad, agregando elementos como el diagnóstico médico, las evaluaciones, la anamnesis, etc.

Enfocarse en la búsqueda de diferentes tipos de contenidos web que sean de soporte en los procesos educativos. Es decir, buscar material multimedia como imágenes, videos, sonidos etc. para los procesos de intervención con los pacientes.

Por último, ampliar el conocimiento agregando nuevos idiomas, especialmente el inglés, debido a que varios proyectos de investigación y desarrollo se sustentan en este idioma, lo cual permitiría contar con una herramienta globalizada.



REFERENCIAS

- Abeyesiriwardana, P. C., & Kodituwakku, S. R. (2012). Ontology Based Information Extraction for Disease Intelligence. arXiv preprint arXiv:1211.3497.
- Agarwal, P., Verma, R., & Mallik, A. (2016, August). Ontology based disease diagnosis system with probabilistic inference. In Information Processing (IICIP), 2016 1st India International Conference on (pp. 1-5). IEEE.
- Al-Mukhtar, M. M. A., & Al-Assafy, A. T. A. (2014). The implementation of foaf ontology for an academic social network. International Journal of Science, Engineering and Computer Technology, 4(1), 10.
- Avila-Vazquez, D., Lopez-Martinez, M., Maya, D., Olvera, X., Guzman, G., Torres, M., & Quintana, I. (2014, June). Geospatial recommender system for the location of health services. In Information Systems and Technologies (CISTI), 2014 9th Iberian Conference on (pp. 1-4). IEEE.
- Biletskiy, Y., Baghi, H., Keleberda, I., & Fleming, M. (2009). An adjustable personalization of search and delivery of learning objects to learners. Expert Systems with Applications, 36(5), 9113-9120.
- Cieza Dávila, J., Yamao, E., & León Lescano, N. (2014). Módulo de comunicación y entrenamiento RIMAY para personas con discapacidad motora del habla.
- Colombo-Mendoza, L. O., Valencia-García, R., Rodríguez-González, A., Alor-Hernández, G., & Samper-Zapater, J. J. (2015). RecomMetz: A context-aware knowledge-based mobile recommender system for movie showtimes. Expert Systems with Applications, 42(3), 1202-1222.
- Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. (2017). Estadísticas. Recuperado de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadistica/index.html>
- Copeland, M., Brown, A., Parkinson, H. E., Stevens, R., & Malone, J. (2012). The SWO Project: A Case Study for Applying Agile Ontology Engineering Methods for Community Driven Ontologies. ICBO, 7, 2012.
- Creática. (2017). Wikinclusión. Recuperado de <http://wikinclusion.org>
- Elias, M., Lohmann, S., & Auer, S. (2016). Towards an Ontology-based Representation of Accessibility Profiles for Learners. In EKM@ EKAW (pp. 51-59).
- Eppig, J. T., Blake, J. A., Bult, C. J., Kadin, J. A., Richardson, J. E., & Mouse Genome Database Group. (2014). The Mouse Genome Database (MGD): facilitating mouse as a model for human biology and disease. Nucleic acids research, 43(D1), D726-D736.
- Fernández, M., & Antonio, M. (2013). Sistema multimedia basado en fonoaudiología de ayuda en la terapia de lenguaje para el área de desarrollo psicomotriz en el centro educativo para niños con habilidades diferentes" El bosques".



- Galán-Mena, J., Ávila, G., Pauta-Pintado, J., Lima-Juma, D., Robles-Bykbaev, V., & Quisi-Peralta, D. (2016, June). An intelligent system based on ontologies and ICT tools to support the diagnosis and intervention of children with autism. In Biennial Congress of Argentina (ARGENCON), 2016 IEEE (pp. 1-5). IEEE.
- Granda, M. F. (2013). Testing-Based Conceptual Schema Validation in a Model-Driven Environment. In CAiSE (Doctoral Consortium).
- Grenon, P., Smith, B., & Goldberg, L. (2004). Biodynamic ontology: applying BFO in the biomedical domain. *Studies in health technology and informatics*, 20-38.
- Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge acquisition*, 5(2), 199-220.
- Guerrero, A., Villagrà, V. A., De Vergara, J. E. L., & Berrocal, J. (2005, January). Ontology-based integration of management behaviour and information definitions using SWRL and OWL. In DSOM (pp. 12-23).
- Hamdi, S., Bouzeghoub, A., Gancarski, A. L., & Yahia, S. B. (2013, July). Trust inference computation for online social networks. In *Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom)*, 2013 12th IEEE International Conference on (pp. 210-217). IEEE.
- Hoehndorf, R., Dumontier, M., & Gkoutos, G. V. (2012). Evaluation of research in biomedical ontologies. *Briefings in bioinformatics*, 14(6), 696-712.
- Iannella, R., & McKinney, J. (2014). vCard Ontology-for describing People and Organizations. W3C Group Note NOTE-vcard-rdf-20140522.
- Kara, S., Alan, Ö., Sabuncu, O., Akpınar, S., Cicekli, N. K., & Alpaslan, F. N. (2012). An ontology-based retrieval system using semantic indexing. *Information Systems*, 37(4), 294-305.
- Keet, C. M., Alberts, R., Gerber, A., & Chimamiwa, G. (2008, October). Enhancing Web Portals with Ontology-Based Data Access: The Case Study of South Africa's Accessibility Portal for People with Disabilities. In *OWLED* (Vol. 432).
- Kibbe, W. A., Arze, C., Felix, V., Mitraka, E., Bolton, E., Fu, G., & Parkinson, H. (2014). Disease Ontology 2015 update: an expanded and updated database of human diseases for linking biomedical knowledge through disease data. *Nucleic acids research*, 43(D1), D1071-D1078.
- Köhler, S., Doelken, S. C., Mungall, C. J., Bauer, S., Firth, H. V., Bailleul-Forestier, I., & Fitzpatrick, D. R. (2013). The Human Phenotype Ontology project: linking molecular biology and disease through phenotype data. *Nucleic acids research*, 42(D1), D966-D974.
- López, C. T., & García, L. A. (2016). Representación textual en espacios vectoriales semánticos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10(2).



- Lu, H., Zhan, D., Zhou, L., & He, D. (2016). An Improved Focused Crawler: Using Web Page Classification and Link Priority Evaluation. *Math. Probl. Eng.*, 2016, 1–10.
- Lu, J., Wu, D., Mao, M., Wang, W., & Zhang, G. (2015). Recommender system application developments: a survey. *Decision Support Systems*, 74, 12-32.
- Ma, X., West, P., Erickson, J. S., Zednik, S., Chen, Y., Wang, H., & Fox, P. (2015). From Data Portal to Knowledge Portal: Leveraging Semantic Technologies to Support Interdisciplinary Studies. In *Diversity++@ ISWC* (pp. 2-7)
- Maiz, N., Fahad, M., Boussaid, O., & Bentayeb, F. (2010). Automatic ontology merging by hierarchical clustering and inference mechanisms. In *Proceedings of I-KNOW* (pp. 1-3).
- Malhotra, A., Younesi, E., Gündel, M., Müller, B., Heneka, M. T., & Hofmann-Apitius, M. (2014). ADO: A disease ontology representing the domain knowledge specific to Alzheimer's disease. *Alzheimer's & dementia*, 10(2), 238-246.
- Malone J, Badarinarayan N, Ison J, Stevens R, Parkinson H. Proc. of Bio-ontologies SIG; Co-located with ISMB. Boston, MA, USA; 2010. An ontology of Bioinformatics software
- Malone, J., Brown, A., Lister, A. L., Ison, J., Hull, D., Parkinson, H., & Stevens, R. (2014). The Software Ontology (SWO): a resource for reproducibility in biomedical data analysis, curation and digital preservation. *Journal of biomedical semantics*, 5(1), 25.
- MedLinePlus. (2017) U. N. (s.f.). MedLine. Recuperado de www.nlm.nih.gov/medlineplus
- Middleton, S. E., De Roure, D., & Shadbolt, N. R. (2009). Ontology-based recommender systems. In *Handbook on ontologies* (pp. 779-796). Springer Berlin Heidelberg.
- Moreno, A., Valls, A., Isern, D., Marin, L., & Borràs, J. (2013). Sigtur/e-destination: ontology-based personalized recommendation of tourism and leisure activities. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 26(1), 633-651.
- Morente-Molinera, J. A., Wikström, R., Herrera-Viedma, E., & Carlsson, C. (2016). A linguistic mobile decision support system based on fuzzy ontology to facilitate knowledge mobilization. *Decision Support Systems*, 81, 66-75.
- Nganji, J. T., & Brayshaw, M. (2014, July). Designing and reflecting on disability-aware e-learning systems: the case of ONTODAPS. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2014 IEEE 14th International Conference on* (pp. 571-575). IEEE.
- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*.
- Pinto, H. S., Gómez-Pérez, A., & Martins, J. P. (1999). Some issues on ontology integration. *IJCAI and the Scandinavian AI Societies. CEUR Workshop Proceedings*.



- Plus, M. (2011). US National Library of Medicine. Atherosclerosis. Recuperado de www.nlm.nih.gov/medlineplus/ Acceso: Marzo.
- Quisi Peralta, D. F. (2015). Diseño de un paradigma para generación automática de planes específicos de terapia de lenguaje para niños con trastornos de la comunicación en base a técnicas de minería de datos.
- Rahimi, A., Liaw, S. T., Taggart, J., Ray, P., & Yu, H. (2014). Validating an ontology-based algorithm to identify patients with type 2 diabetes mellitus in electronic health records. *International journal of medical informatics*, 83(10), 768-778.
- Robles-Bykbaev, V. E., Guamán-Murillo, W., Quisi-Peralta, D., López-Nores, M., Pazos-Arias, J. J., & García-Duque, J. (2016). An ontology-based expert system to generate therapy plans for children with disabilities and communication disorders. In *Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM)*, IEEE (Vol. 1, pp. 1-6). IEEE.
- Robles-Bykbaev, V. E., López-Nores, M., Pazos-Arias, J. J., & Arévalo-Lucero, D. (2015). SPELTA: An expert system to generate therapy plans for speech and language disorders. *Expert Systems with Applications*, 42(21), 7641-7651.
- Robles-Bykbaev, V., Guamán-Heredia, M., Robles-Bykbaev, Y., Lojano-Redrován, J., Pesántez-Avilés, F., Quisi-Peralta, D., & Pazos-Arias, J. (2017, September). Onto-SPELTRA: A Robotic Assistant Based on Ontologies and Agglomerative Clustering to Support Speech-Language Therapy for Children with Disabilities. In *Colombian Conference on Computing* (pp. 343-357). Springer, Cham.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Robles-Bykbaev, V., López-Nores, M., Pazos-Arias, J. J., & Arévalo-Lucero, D. (2014). Maturation assessment system for speech and language therapy based on multilevel PAM and KNN. *Procedia Technology*, 16, 1265-1270.
- Ruiz, M. L. M., Duboy, M. Á. V., Lorient, C. T., & de la Cruz, I. P. (2014). Evaluating a web-based clinical decision support system for language disorders screening in a nursery school. *Journal of medical Internet research*, 16(5).
- Sanchez, R. M., Canizares, D. G., Cardoso, G. C., Abalo, R. G., Leticia Arco Garcia, G. L., & Marin, A. F. (2014). Agregacion de medidas de similitud para la detección de ortólogos: validacion con medidas basadas en la teoría de conjuntos aproximados. *Computación y Sistemas*, 18(1), 19-35.
- Schriml, L. M., Arze, C., Nadendla, S., Chang, Y. W. W., Mazaitis, M., Felix, V., & Kibbe, W. A. (2011). Disease Ontology: a backbone for disease semantic integration. *Nucleic acids research*, 40(D1), D940-D946.
- Shibata, K., Hattori, A., & Matsumoto, S. (2017, January). "Media for Capability" of Children with Disabilities: Development of the Japanese Augmentative



- Alternative Communication App by Tablet for Persons with Hard of Hearing. In Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences.
- Smith, B., Ceusters, W., Klagges, B., Köhler, J., Kumar, A., Lomax, J., & Rosse, C. (2005). Relations in biomedical ontologies. *Genome biology*, 6(5), R46.
- StatCounter. Mobile Operating System Market Share Worldwide. Recuperado de <http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwid>
- Teixeira, F., Araujo, G. D., Baptista, R., Araujo, L. V., & Pisa, I. T. (2016). Applying the semantic web to represent an individual's academic and professional background. *Journal of Information Science*, 42(5), 630-638.
- Threats, T. T. (2006). Towards an international framework for communication disorders: Use of the ICF. *Journal of communication disorders*, 39(4), 251-265.
- Villavicencio, L., Aranda, B., Lara, N., de la Roca, A., & Zambrano, Y. (2014). Sistema basado en conocimiento para la detección de problemas de lenguaje en niños. In *Ciencias de la Ingeniería y Tecnología Handbook T-VII: Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos* (pp. 217-239). ECORFAN.
- Weiner, J. P., Yeh, S., & Blumenthal, D. (2013). The impact of health information technology and e-health on the future demand for physician services. *Health Affairs*, 32(11), 1998-2004.
- Whetzel PL, Noy NF, Shah NH, Alexander PR, Nyulas C, Tudorache T, Musen MA. BioPortal: enhanced functionality via new Web services from the National Center for Biomedical Ontology to access and use ontologies in software applications. *Nucleic Acids Res.* 2011 Jul; 39(Web Server issue):W541-5. Epub 2011 Jun 14.
- World Health Organization. (2017) Disability and health. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs352/en/>
- World Health Organization. (2001). International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF. World Health Organization. Recuperado de <http://www.who.int/classifications/icf/en/>
- World Health Organization. (2011). World report on disability: ICF. World Health Organization. Recuperado de http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report/en/#



Universidad de Cuenca

ANEXOS

ANEXO 1: ENCUESTA DE VALIDACIÓN.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ENCUESTA SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL REPOSITORIO Y BUSCADOR AUTOMÁTICO DE APLICACIONES MÓVILES PEDAGÓGICAS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD

Por favor, tómese su tiempo para poder responder las preguntas que hemos elaborado con la intención de saber cuál es la percepción de los y las logopedas y familiares de personas con discapacidad sobre el repositorio y buscador automático de aplicaciones móviles pedagógicas para personas con discapacidad en base a competencias.

¿Cuál es su percepción sobre el impacto que tienen las aplicaciones móviles para la enseñanza de competencias para la vida de personas con discapacidad?:

- ☐ Absolutamente positivo
 - ☐ Muy positivo
 - ☐ Positivo
 - ☐ Poco negativo
 - ☐ Absolutamente negativo
-

Según su experticia, ¿cuál considera usted que es la percepción del niño / la niña sobre el uso de aplicaciones móviles para el aprendizaje de las competencias para la vida?:

- ☐ Absolutamente positivo
 - ☐ Muy positivo
 - ☐ Positivo
 - ☐ Poco negativo
 - ☐ Absolutamente negativo
-



De acuerdo a las necesidades de contenidos educativos de las competencias para la vida en niños/as con discapacidad, ¿qué opina usted sobre el repositorio y buscador automático de aplicaciones móviles para personas con discapacidad?:

- ☐ Absolutamente de acuerdo
 - ☐ Muy de acuerdo
 - ☐ De acuerdo
 - ☐ Poco de acuerdo
 - ☐ Absolutamente en desacuerdo
-

¿Cuál es su percepción sobre la función del recomendador automático para búsqueda de aplicaciones móviles para la enseñanza de competencias para la vida de personas con discapacidad, para personas con discapacidad?:

- ☐ Es absolutamente útil
 - ☐ Es muy útil
 - ☐ Es útil
 - ☐ Es poco útil
 - ☐ No es nada útil
-

¿Cuál es su percepción sobre el uso del repositorio y buscador de aplicaciones móviles sobre las competencias de la vida para personas con discapacidad?:

- ☐ Absolutamente fácil de usar
 - ☐ Muy fácil de usar
 - ☐ Fácil de usar
 - ☐ Poco difícil de usar
 - ☐ Absolutamente difícil de usar
-

¿Cuál es su percepción sobre la utilidad de los contenidos mostrados de las aplicaciones móviles para la enseñanza de competencias para la vida de personas con discapacidad, antes de su instalación?:

- ☐ Absolutamente completos



Universidad de Cuenca

- ☐ Muy completos
 - ☐ Suficiente
 - ☐ Poco completos
 - ☐ Absolutamente incompletos
-

¿Cuál es el grado de utilidad de las aplicaciones móviles para la enseñanza de competencias para la vida de personas con discapacidad, mostradas al momento de realizar la búsqueda según la competencia seleccionada?:

- ☐ Absolutamente útil
 - ☐ Muy útil
 - ☐ Útil
 - ☐ Poco útil
 - ☐ Para nada útil
-

¿Qué opina usted sobre el porcentaje de discapacidad que sugiere y que se presenta al seleccionar una aplicación para la enseñanza de competencias para la vida de personas con discapacidad?:

- ☐ Absolutamente correcto
 - ☐ Bastante correcto
 - ☐ Correcto
 - ☐ Poco correcto
 - ☐ Totalmente incorrecto
-

¿Qué opina usted sobre la clasificación en base a las áreas y subáreas de las aplicaciones móviles para la enseñanza de competencias para la vida de personas con discapacidad?:

- ☐ Absolutamente adecuada
- ☐ Muy adecuada
- ☐ Adecuada
- ☐ Poco adecuada



Universidad de Cuenca

☐ Totalmente inadecuada

¿Considera usted que se debe mostrar más información del contenido de las aplicaciones móviles antes de instalarlas?:

☐ Sí

☐ No

☐ Otra

(Por

favor

especifique):

¡La Universidad de Cuenca le agradece mucho su gentil participación, su información es muy valiosa para todos nosotros!